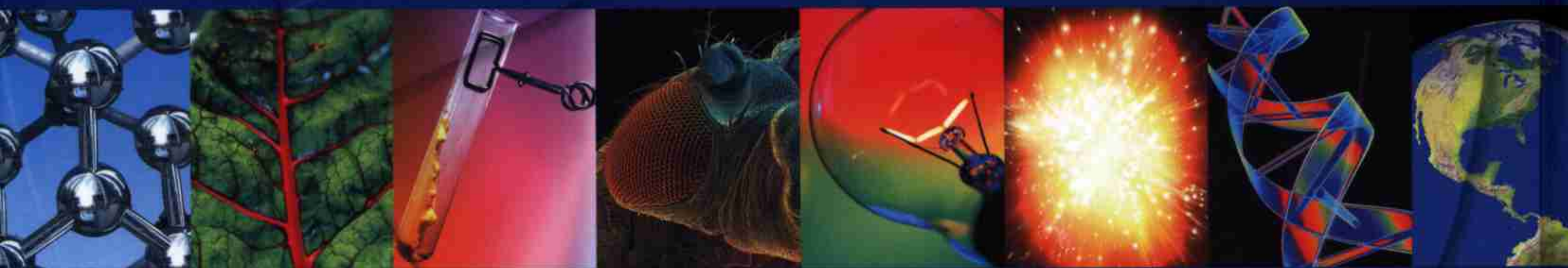


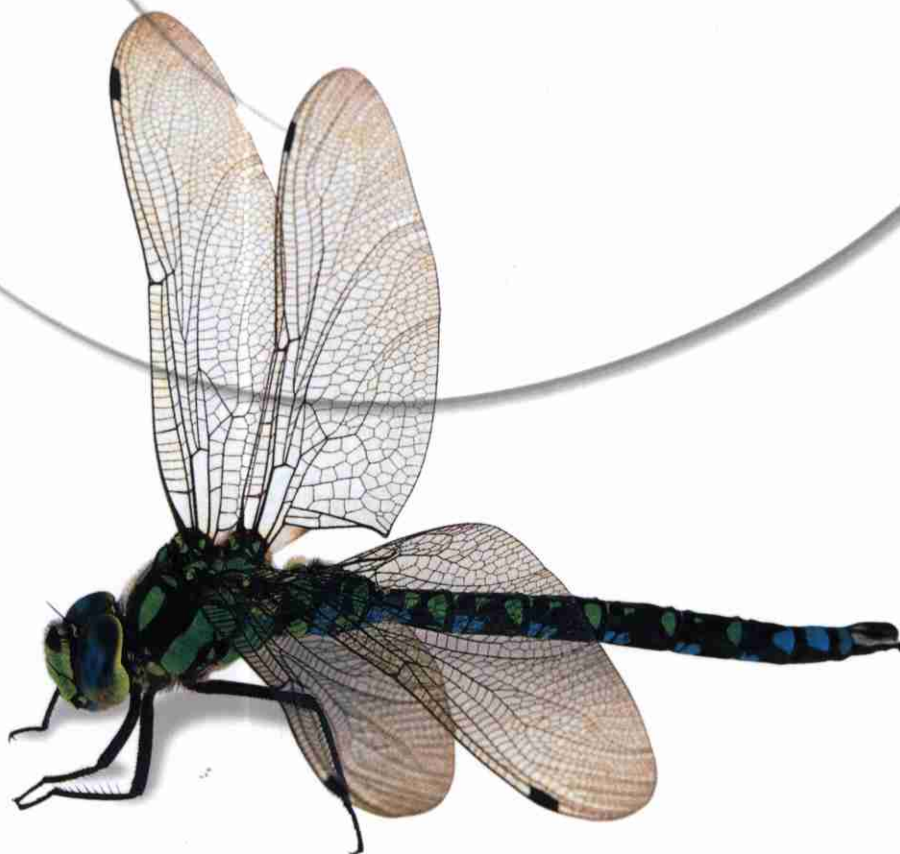


دایرة المعارف اینترنتی علوم

کتاب های مرجع

عالی ترین منبع اطلاعات عمومی
با موضوعات گوناگون
با امکان بهره گیری از سایت اینترنتی اختصاصی
با بیش از ۱۰۰۰ لینک





" A Dorling Kindersley Book";
" www.dk.com" Original Title: e.encyclopedia:Science

پدید آورندگان نسخه ی انگلیسی اثر :

ویراستاران متن: فران بینــز، پائولا بورتون،جیلی کامرون کوپر، راُبرت دینوایدی، ژاکلین فورتی، سارا گولدینگ، مـارگارت هاینز، پـاتریشیا موس، سو نیکـولسو ن،نایجل ریتشی، ریچـارد ویلیامز، سلینا وود، جین یورک

ویراستاران وب سایت : کلیر لیستر ، ماریزا اوکیفی،استیو بارکر، جان بنت، راُجر برونلی، کلیر هیبرت، فیل هانت

سرپرست ویراستاران: کامیلا هالینان

مدیر محتوای دیجیتالی: فرگوس دی

هماهنگ‌کننده : توبی بیدل

کارتوگرافی: سیمون مامفورد

طبقه بندی موضوعی: سو گرابهام

طراحان : سارا کولی، یومیکو تاهاتا، راُس جرج، جیم گرین، نیک هاریس، آدریان هاتچینسون، آلکس مندای، آندرویو نش ، ربکا پینتر ، جانی پائو، اوون پیتون جونز ، جوانا پوکوک، اسمیلکا سورال، ژاکوئی سوآن، کلیر واتسون

تصویرگران : لی گیبونس ، نیک گوپالا، روبین هانتز، آندریو کر، پاتریک مولری، دارن پوری

دایرة المعارف اینترنتی علوم

پدید آورندگان نسخه ی فارسی اثر :

مدیریت تولید: محراب قلم

مترجمان: حسین دانشفر(زمین، فضا)، غلامحسین اعرابی (ماده و مواد، نیرو و انرژی، الکتریسیته و مغناطیس)، حسین الوندی (دستگاه‌های بدن)، مریم انصاری (جانوران)، محمد کرام الدینی (گیاهان)

ویراستار: غلامحسین اعرابی

طرح جلد: ریتون گرافیک

نمایه ساز: دکتر مجید رضایی راد

مدیر هنری و صفحه آرایی: داوود ماه‌زاده



نوبت چاپ: پنجم ۱۳۸۹

تیراژ: ۳۳۰۰ نسخه

لیتوگرافی: گلبان

چاپ: گلبان

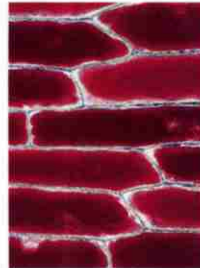
صحافی: معین

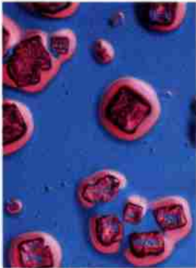
www.meg.ir

www.mehrab-e-ghalam.com

شابک: ۴-۳۱-۰۳-۱۰۳-۶۰۰-۹۷۸





ویراستاران هنری: سوفیا ام تامپاکوپولوس ترنر

جست و جوی تصاویر : برایت تیلی، مارتین کوپلند، سین هانتر، مایکل فارام، لیز مور، آلیسون پریئور، آماندا راسل، فران وارگو

آرشیو تصاویر: جما وودوارد

طراحی جلد : باب وارنر

مدیرتولید: کتی اولیور

مدیر هنری: سیمون وب

نویسندگان و کارشناسان موضوعی: راُجر بریگمن، کیم برایان، دکتر سو دیوید سون، هلن دولینگ، گراهام فارملو، دکتر فیلیپ گیتز، دکتر جن گرین، درک هاروی، روبین کرود، دکتر ژاکلین میتون، آلن کیو مورتون، جان نیکلسون، کریستوفر اوکسلاد، دکتر پنی پریستون، پروفسور روبرت اسپیسر ، جان استرینگر، کریس وودفورد.

تهران ، خیابان ۱۲ فروردین ، خیابان شهدای ژاندارمری، پلاک ۱۰۴

تلفن : ۸۰-۶۶۴۹۰۸۷۹، ۶۶۴۱۸۱۹۰ **نمابر:** ۶۶۴۶۵۲۰۱

صندوق پستی : ۵۶۸-۱۳۱۴۵

دایرة المعارف اینترنتی علوم

مدیریت تولید: انتشارات محراب قلم

مترجمان: حسین دانشفر، حسین الوندی، غلامحسین اعرابی، محمد کرام الدینی، مریم انصاری

ویراستار: غلامحسین اعرابی

۴۰۰ ص: مصور، جدول

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا. عنوان اصلی: E.encylopedia Sience, ۲۰۰۴

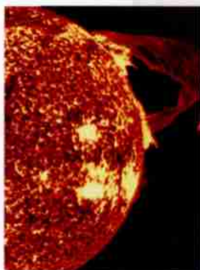
۱- کودکان دایره المعارف ها ۲- منابع شبکه کامپیوتری- ادبیات نوجوانان.

۳- اطلاعات عمومی- ادبیات نوجوانان.

ب. الوندی، حسین. اعرابی، غلامحسین، دانشفر، حسین.

۲۴۶۴د / AG۳۶ ‎ ۳۹.(ج) ‎ ۱۳۸۵ ‎ کتابخانه ملی ایران ۳۹۳۸ - ۸۵ م

دایرة المعارف اینترنتی
علوم








کتابهای مهتاب
واحد کودک ونوجوان محراب قلم

DK

فهرست مطالب

ماده و مواد

ماده ۱۰
جامدات ۱۲
مایعات ۱٤
گازها ۱۵
تغییر حالت ۱۶
مخلوط‌ها ۱۸
جداسازی مخلوط‌ها ۲۰
عناصر ۲۲
اتم‌ها ۲٤
جدول تناوبی ۲۶
مولکول‌ها ۲۸
واکنش‌های شیمیایی ۳۰
اسیدها ۳۲
بازها ۳۳
فلزات ۳٤
غیر فلزات ۳۶
هیدروژن ۳۸
اکسیژن ۳۹
آب ٤۰
نیتروژن ٤۲
کربن ٤٤
شیمی زیست ٤۶
شیمی آلی ٤۸
صنایع شیمیایی ۵۰
پلاستیک‌ها ۵۲
شیشه ۵٤
سرامیک ۵۵
پارچه‌های مصنوعی ۵۶
کامپوسیت‌ها ۵۷
مواد جدید ۵۸
بازیافت ۶۰

نیرو و انرژی

نیرو ۶٤
دینامیک ۶۶
اصطکاک ۶۸
کش‌سانی ۶۹
حرکت ۷۰
گرانش ۷۲
نسبیت ۷۳
فشار ۷٤
انرژی ۷۶
کار ۷۸
گرما ۸۰
انتقال گرما ۸۲
رادیواکتیویته ۸٤
انرژی هسته‌ای ۸۵
منابع انرژی ۸۶
ماشین‌ها ۸۸
موتور ۹۲
وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای ۹۳
شناوری ۹٤
قایق ۹۵
پرواز ۹۶
هواپیماها ۹۷
امواج انرژی ۹۸
صوت ۱۰۰
بلندی صدا ۱۰۲
تن صدا ۱۰۳
اصوات موسیقیایی ۱۰٤
آکوستیک ۱۰۶
ضبط و بازسازی صدا ۱۰۸
نور ۱۱۰
لیزر ۱۱۲
بازتاب ۱۱۳
شکست ۱۱٤
عدسی‌ها ۱۱۵
میکروسکوپ ۱۱۶
تلسکوپ ۱۱۷
دوربین عکاسی ۱۱۸
سینما ۱۲۰
رنگ ۱۲۲

الکتریسیته و مغناطیس

الکتریسیته ۱۲۶
مدارها ۱۲۸
رساناها ۱۳۰
توزیع الکتریسیته ۱۳۱
مغناطیس ۱۳۲
الکترومغناطیس ۱۳٤
موتورهای الکتریکی ۱۳۶
ژنراتورها ۱۳۷
الکترونیک ۱۳۸
الکترونیک دیجیتال ۱٤۰
میکروالکترونیک ۱٤۲
رادیو ۱٤۳
تلویزیون ۱٤٤
ویدئو ۱٤۵
مخابرات راه دور ۱٤۶
مخابرات همراه ۱٤۷
رایانه ۱٤۸
شبکه‌های رایانه‌ای ۱۵۱
ابر رایانه‌ها ۱۵۱
اینترنت ۱۵۲
روبات‌ها ۱۵٤
هوش مصنوعی ۱۵۶
فناوری نانو ۱۵۷

فضـــا

کیهان ۱۶۰
انفجار بزرگ ۱۶۲
کهکشان‌ها ۱۶٤
ستاره‌ها ۱۶۶
سحابی‌ها ۱۶۸
ستاره‌های غول پیکر ۱۶۹
سیاهچاله‌ها ۱۶۹
خورشید ۱۷۰
منظومه‌ی شمسی ۱۷۲
عطارد ۱۷٤
زهره ۱۷۵
زمین ۱۷۶
ماه ۱۷۷
مریخ ۱۷۸
مشتری ۱۷۹
زحل ۱۸۰
اورانوس ۱۸۱
نپتون ۱۸۲
پلوتو ۱۸۳
سیارک‌ها ۱۸٤
دنباله‌دارها ۱۸۵
اخترشناسی ۱۸۶
رصدخانه‌ها ۱۸۷
موشک‌ها ۱۸۸
ماهواره‌ها ۱۸۹
سفر به فضا ۱۹۰
فضانوردان ۱۹۲
ایستگاه‌های فضایی ۱۹٤
رصدخانه‌های فضایی ۱۹۶
مأموریت‌های بین سیاره‌ای ۱۹۸
حیات فرا زمینی ۲۰۰



زمین

سیاره‌ی زمین ۲۰۴
ساختار زمین ۲۰۶
زمین ساخت ورقی ۲۰۸
زمین لرزه ۲۱۰
آتش‌فشان ۲۱۲
کوه‌زایی ۲۱۴
کانی‌ها ۲۱۶
چرخه‌ی سنگ‌ها ۲۱۷
سنگ‌ها ۲۱۸
فسیل‌ها ۲۲۰
زمان در زمین‌شناسی ۲۲۱
فرسایش ۲۲۲
خاک ۲۲۴
رسوبات ۲۲۵
یخ ۲۲۶
ساحل‌ها ۲۲۷
اقیانوس‌ها ۲۲۸
بستر اقیانوس ۲۳۰
جزیره‌ها ۲۳۱
رودها ۲۳۲
آب‌های زیر زمینی ۲۳۳
دریاچه‌ها ۲۳۳
اتمسفر ۲۳۴
آب و هوا ۲۳۶
وضع هوا ۲۳۸
باد ۲۴۰
ابرها ۲۴۲
باران ۲۴۴
زیستگاه‌ها ۲۴۶
منابع زمین ۲۴۸
آلودگی ۲۵۰
توسعه‌ی پایدار ۲۵۱

گیاهان

رده‌بندی گیاهان ۲۵۴
کالبد شناسی گیاهان ۲۵۶
فتوسنتز ۲۵۸
تعرّق ۲۵۹
گیاهان بی‌دانه ۲۶۰
گیاهان دانه‌دار ۲۶۲
گیاهان مخروط‌دار ۲۶۴
گیاهان گل‌دار ۲۶۵
گرده افشانی ۲۶۶
درختان ۲۶۸
گیاهان انگل ۲۷۰
گیاهان گوشت‌خوار ۲۷۱
حساسیت گیاهان ۲۷۲
بقای گیاهان ۲۷۴
گیاهان غذایی ۲۷۶
محصولات دستکاری شده‌ی ژنی ۲۷۸
گیاهان دارویی ۲۷۹
فراورده‌های گیاهی ۲۸۰
قارچ‌ها ۲۸۲
باکتری‌ها ۲۸۴
موجودات تک سلولی ۲۸۵
جلبک‌ها ۲۸۶

جانوران

فرمانرو جانوران ۲۹۰
آناتومی جانوران ۲۹۲
اسفنج‌ها ۲۹۴
کیندارین‌ها ۲۹۴
کرم‌ها ۲۹۵
سخت‌پوستان ۲۹۶
حشرات ۲۹۷
عنکبوتیان ۲۹۸
نرم‌تنان ۲۹۹
خارپوستان ۲۹۹
ماهی‌ها ۳۰۰
دوزیستان ۳۰۱
خزندگان ۳۰۲
پرندگان ۳۰۳
پستانداران ۳۰۴
چرخه‌های زندگی ۳۰۵
جفت‌طلبی ۳۰۶
تولید مثل ۳۰۸
رشد ۳۱۰
تغذیه ۳۱۲
حرکت ۳۱۴
حواس ۳۱۶
ارتباط ۳۱۸
دفاع ۳۲۰
چرخه‌های رفتاری ۳۲۲
جمعیت‌ها ۳۲۴
اجتماعات‌زیستی ۳۲۵
بوم شناسی ۳۲۶
تکامل ۳۲۸
زندگی پیش از تاریخ ۳۳۰
دیرین‌شناسی ۳۳۲
انقراض ۳۳۴
حفظ گونه‌ها ۳۳۵

دستگاه‌های بدن

دستگاه‌های بدن ۳۳۸
دستگاه اسکلتی ۳۴۰
دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲
دستگاه عصبی ۳۴۴
چشایی ۳۴۶
بویایی ۳۴۶
شنوایی ۳۴۷
تعادل ۳۳۷
بینایی ۳۴۸
لامسه ۳۵۰
پوست ۳۵۱
دستگاه گردش خون ۳۵۲
دستگاه تنفس ۳۵۴
دستگاه درون ریز ۳۵۶
دستگاه ایمنی ۳۵۷
دستگاه گوارش ۳۵۸
کبد ۳۶۰
دستگاه دفع ادرار ۳۶۱
دستگاه تولید مثل ۳۶۲
ژنتیک ۳۶۴
رشد ۳۶۶
سلامتی ۳۶۸
بیماری‌ها ۳۷۰
پزشکی ۳۷۲
فناوری پزشکی ۳۷۴
تحقیقات پزشکی ۳۷۶

جست وجو در شبکه

دایرة المعارف اینترنتی علوم ، سایتی اختصاصی دارد که با همکاری انتشارات دورلینگ کیندرسلی و گوگل آماده سازی شده است. هنگامی که مطالب این دایرة المعارف را مطالعه می کنید ، عنوان هر فصل و موضوع هایی که در کتاب آمده اند، کلید واژه های جست وجو دراینترنت و دسترسی به اطلاعات بیشتر هستند. برای این کار مراحل زیر را انجام دهید:

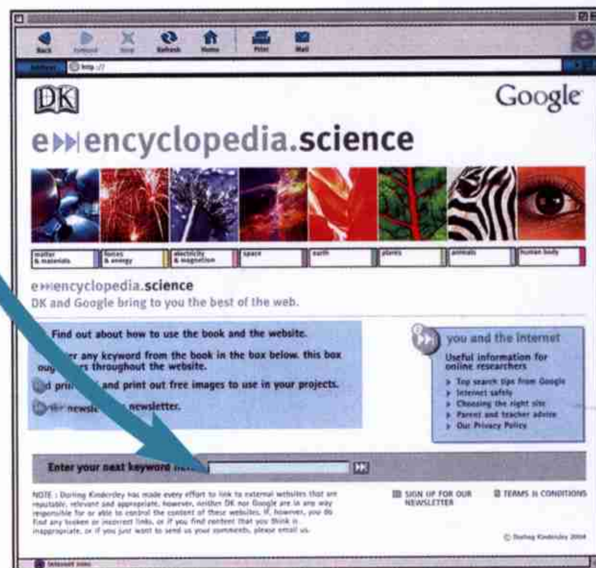
۱ به این آدرس بروید: http://www.science.dke-encyc.com

۲ کلید واژه ی مورد نظرتان را پیدا کنید:



برای جست وجو در این سایت باید از کلید واژه‌هایی که در کتاب هستند استفاده کنید.

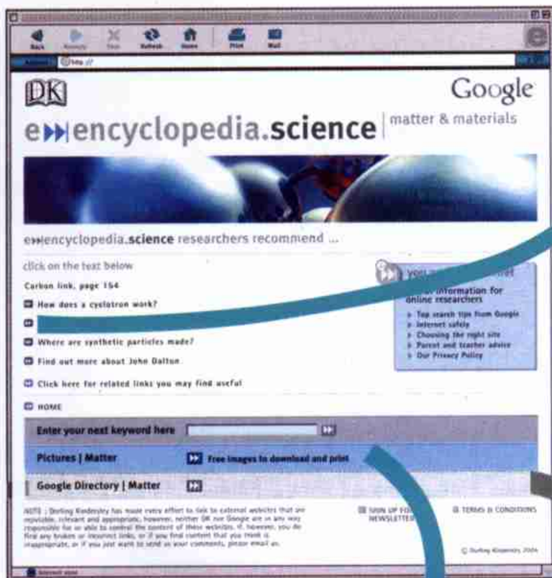
۳ کلید واژه را وارد کنید: gases



امنیّت در شبکه

- قبل از استفاده از اینترنت از بزرگترتان اجازه بگیرید.
- هرگز اطلاعات شخصی‌تان را در اختیار دیگران نگذارید.
- هرگز با کسانی که در اینترنت با آنان آشنا می‌شوید قرار ملاقات نگذارید.
- اگر سایتی برای ورودتان از شما نام یا آدرس پست الکترونیکی خواست ، قبل از انجام آن از بزرگترتان اجازه بگیرید.
- هرگز به نامه‌ی الکترونیکی نامربوط و نامناسب پاسخ ندهید و موضوع را با بزرگترتان درمیان بگذارید.

قابل توجه والدین : انتشارات دورلینگ کیندرسلی به‌طور مرتب کلیه‌ی لینک ها را بررسی و کنترل می‌کند. بنابر این محتوای سایت ممکن است مرتب تغییر کند. به همین دلیل توصیه می‌کنیم هنگامی که کودکان و نوجوانان از اینترنت استفاده می‌کنند در کنار آنان باشید و همراهی شان کنید. مراقب باشید که آنان از اتاق‌های گفت و گو (چت) استفاده نکنند و دقت کنید که نرم افزارهای کنترل سایت ها و فیلتر آنها به درستی کار کنند. همیشه از شرکت هایی استفاده کنید که سایت ها را به دقت کنترل می‌کنند.



٤ بر روی لینک مورد نظرتان کلیک کنید:

از یک ایستگاه فضایی بازدید کنید.

لینک‌ها از این قرارند:

- عکس و نقاشی
- آزمون های تعاملی
- ویدئو
- پایگاه داده ها
- صدا
- اطلاعات تاریخی
- گردش مجازی
- اخبار تازه

تصویرهای مربوط به موضوع را دریافت کنید.

این تصویرها رایگان هستند، ولی از آن ها فقط به صورت شخصی استفاده کنید.

علاوه براین می‌توانید از گوگل بخواهید تاسایت‌های مربوط به موضوع را برای شما پیداکنند.

۵ به کتاب برگردید و موضوع بعدی را جست وجو کنید:

مطالبی که درصفحه های کتاب خواهید یافت:

- لینک اینترنتی
- کادر اطلاعات
- شرح حال دانشمندان و اندیشمندان
- محور زمان
- مراجع تکمیلی
- نمایه‌ی کامل



مدخل اصلی، موضوع اصلی را مشخص می‌کند

مقاله‌ی آغازین که موضوع اصلی را بـه طور کامل شرح می‌دهد

تصویرها همراه با کنارنویس ها و شرح کامل

پرسش و پاسخ اطلاعات دقیق تر درباره‌ی موضوع اصلی را ارائه می‌دهد

زیر مدخل موضوع های فرعی را شرح می دهد و با پرسش و پاسخ مربوط به خودش همراه است

نوار رنگی بخش مربوط به هر موضوع را مشخص می‌کند

کادرهای شرح حال دانشمندان و اندیشمندان

نیز نگاه کنید به شما را به اطلاعات تکمیلی و جنبی در همین کتاب راهنمایی می‌کند

کلید واژه‌ی جدید را وارد کنید و به سفرتان ادامه دهید:

oxygen



ماده و مواد

ماده ۱۰
جامدات ۱۲
مایعات ۱٤
گازها ۱۵
تغییر حالت ۱۶
مخلوط‌ها ۱۸
جداسازی مخلوط‌ها ۲۰
عناصر ۲۲
اتم‌ها ۲٤
جدول تناوبی ۲۶
مولکول‌ها ۲۸
واکنش‌های شیمیایی ۳۰
اسیدها ۳۲
بازها ۳۳
فلزات ۳٤
غیرفلزات ۳۶
هیدروژن ۳۸
اکسیژن ۳۹
آب ٤۰
نیتروژن ٤۲
کربن ٤٤
شیمی زیست ٤۶
شیمی آلی ٤۸
صنایع شیمیایی ۵۰
پلاستیک‌ها ۵۲
شیشه ۵٤
سرامیک ۵۵
پارچه‌های مصنوعی ۵۶
کامپوسیت‌ها ۵۷
مواد جدید ۵۸
بازیافت ۶۰



ماده

هر چیزی که بتوان آن را لمس کرد، مزه کرد، یا بوی آن را حس کرد از ماده تشکیل شده است. تمام چیزهایی که می‌توانید ببینید – ازجمله لباس، آب، غذا، گیاهان و جانوران – از ماده درست شده‌اند. حتی بعضی از چیزهایی هم که نمی‌توانید ببینید – مثل هوا یا بوی عطر هم ماده هستند. هر ماده‌ای را می‌توانید با استفاده از **خواص ماده** آن – مثل بو، رنگ یا میزان سختی آن – توصیف کنید. ماده از **ذرات** تشکیل شده است که آنقدر کوچک هستند که فقط با میکروسکوپ‌های بسیار نیرومند دیده می‌شوند.



◄ غیرماده

همه‌ی چیزها ازماده درست نشده‌اند. نور چراغ قوه، گرمای آتش، و صدای آژیر ماشین پلیس نمونه‌هایی از غیر ماده هستند. شما نمی‌توانید آن‌ها را لمس کنید، بچشید ویا بوی آن‌ها را حس کنید. این‌ها ماده نیستند، بلکه شکل‌های مختلف انرژی هستند. همه‌ی چیزهای موجود را می‌توان در دوگروه ماده یا غیرماده دسته‌بندی کرد.

حالت‌های ماده ◄

تمام مواد روی زمین یکی از این سه‌حالت(شکل) را دارند: جامد، مایع، یا گاز. جامدات (مثل کلاه ایمنی آتش‌نشان) شکل خود را حفظ می‌کنند. مایعات (مثل آب) شکل ثابتی ندارند، ولی همواره حجم ثابتی از فضا را اشغال می‌کنند. گازها (مثل دود) گسترش می‌یابند و تمام فضا را اشغال می‌کنند.

انواع ماده ◄

مواد به دوگروه تقسیم می‌شوند: مواد غیرزنده و مواد زنده. مواد غیر زنده با نیروی خود حرکت نمی‌کنند، یا رشد و یا تولید مثل هم نمی‌کنند. سنگ‌ها و صخره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها نمونه‌هایی از مواد غیرزنده‌اند. تمام موجودات زنده، ازجمله حیوانات و گیاهان، ماده‌ی زنده به‌شمار می‌آیند.



ماده‌ی غیرزنده



ماده‌ی زنده

خواص ماده

مواد مختلف خواص مختلفی دارند که آن‌ها را برای کارهایی متفاوت مفید می‌سازد. لوله‌ی پلاستیکی انعطاف‌پذیر است و می‌توان آن را در جهات مختلف خم کرد. نقاب کلاه ایمنی آتش‌نشان شفاف است تا وی بتواند جلوی خود را ببیند. لباس آتش‌نشان‌ها براق است، تا نور و حرارت را منعکس کند. انعطاف‌پذیری، شفافیت و براقیت سه نمونه از خواص ماده به‌شمار می‌آیند.





◄ رنگ

رنگ یکی از خواص مادی است. رنگ‌های براق و روشن این پروانه (پروانه‌ی بال پرنده‌ی ملکه الکساندریا) هشداری است برای شکارچیان و وسیله‌ای برای جلب توجه جفت آن. رنگ ماده می‌تواند روشن، تیره، مات یا شفاف باشد. شیشه از جمله مواد شفاف است.



براقیت ◄

فولاد ضد زنگ سقف این تالار همچون بیشتر فلزات، ماده‌ای بسیار براق است. توانایی فلز به بازتاب نور را براقیت می‌گویند. مواد براق، مثل فولاد ضد زنگ، نور را به‌خوبی منعکس می‌کنند.



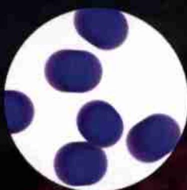
وزنه‌های سربی
چگال‌تر از آرد هستند

چگالی ◄

چگالی مقدار ماده‌ای است که فضای معینی را اشغال می‌کند. مثلاً سرب چگالی بالایی دارد چون یک مکعب کوچک سربی با وجود داشتن مقدار زیادی ماده، فضای کمی را اشغال می‌کند و به اصطلاح، آن را سنگینی می‌گوییم. ولی چگالی آرد کمتر از سرب است. برای برقراری تعادل ترازو، در مقایسه با مقدار زیاد آرد، فقط به دو قطعه‌ی کوچک سرب نیاز است.

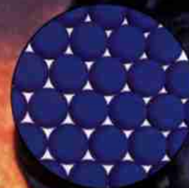
گازهای موجود در دود
از چیزهای در حال سوختن
آزاد می‌شوند

ذرات
در حالت گاز



نقاب کلاه
از ماده‌ای شفاف ساخته‌شده است
تا بتوان آن طرفش را دید

آب به‌حالت مایع
از لوله بیرون می‌آید



ذرات
در حالت جامد



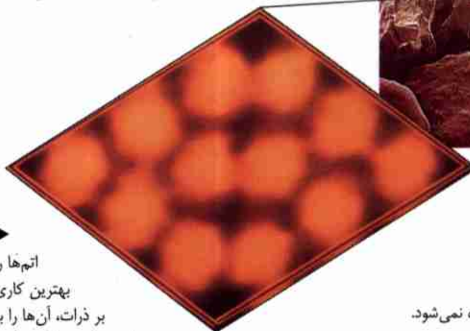
ذرات
در حالت مایع

ذرات

ماده از ذرات بسیار ریزی به‌نام اتم تشکیل‌شده است. اتم‌ها آنقدر کوچکند که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند، ولی دانشمندان اندازه‌ی آن‌ها را تعیین کرده‌اند. اتم‌ها انواع مختلف دارند. دانه‌های ماسه از دو نوع اتم درست شده‌اند: اکسیژن و سیلیکان. بدن انسان از حدود بیست‌وهشت اتم مختلف تشکیل‌شده است. خواص هر ماده به نوع اتم‌هایی که آن را تشکیل می‌دهند بستگی دارد.



▲ ذرات ماسه
دانه‌های ماسه در زیر میکروسکوپ
به‌شکل دانه‌های ریگ دیده می‌شوند.
هر کدام شکل و اندازه‌ی مختلفی دارند.
هر دانه‌ی ماسه از میلیون‌ها اتم تشکیل‌شده است.
اتم‌ها به‌دلیل کوچکی، حتی با میکروسکوپ هم دیده نمی‌شود.
یک دانه‌ی ماسه به بزرگی نقطه‌ی آخر این جمله،
از حدود ده میلیون میلیون میلیون اتم تشکیل‌شده است.



◀ اتم
اتم‌ها را نمی‌توان با میکروسکوپ معمولی مشاهده کرد.
بهترین کاری که می‌توانیم انجام دهیم این است که با تاباندن نور
بر ذرات، آن‌ها را به‌تصویر بکشانیم. بازتاب‌های نور توسط کامپیوتر تصویری
را می‌سازند. میکروسکوپ‌های اسکن کننده‌ی تونلی (STM) و میکروسکوپ‌های
نیروی اتمی (AFM) این کار را انجام می‌دهند. این‌تصویر (STM) اتم‌های
یک بخش کوچک از یک دانه‌ی ماسه را نشان می‌دهد.

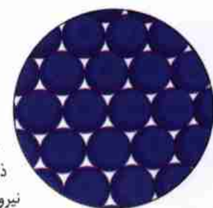


ذیمقراطیس
یونانی، ۴۶۰ تا ۳۷۰
قبل از میلاد
ذیمقراطیس یکی از اولین فیلسوفانی بود که اعلام کرد همه‌ی چیزها از ذرات کوچک و غیرقابل مشاهده تشکیل شده‌اند. وی معتقد بود این ذرات از بین نمی‌روند و تقسیم هم نمی‌شوند. همه‌ی تغییرات جهان را می‌توان تغییرات چگونگی کنارهم قرار گرفتن این ذرات توصیف کرد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ جامدات ۱۲-۱۳ ● مایعات ۱۴ ● گازها ۱۵ ● اتم‌ها ۲۴-۲۵ ● گرانش ۷۲

جامدات

جامدات یکی از سه حالت ماده هستند و برخلاف مایعات و گازها شکل مشخصی دارند که به‌آسانی تغییر نمی‌کنند. جامدات مختلف، ویژگی‌های خاص خود را دارند؛ مانند کش‌سانی، **مقاومت**، یا سختی، که آن‌ها را برای موارد استفاده‌ی مختلف مفید می‌سازند. بیشتر جامدات از کریستال (بلور)های کوچک تشکیل شده‌اند. ذرات هر کدام از آن‌ها در یک الگوی مشخص به‌نام **ساختار بلوری** مرتب شده‌اند.



▶ ساختار ذره
چگونگی ترتیب ذرات هر جامد، ویژگی‌های آن را به‌وجود می‌آورد. ذرات یک جامد توسط نیروهای قوی به‌یکدیگر پیوند خورده‌اند که این نیروها ذرات را محکم در کنار یکدیگر نگه می‌دارند. بنابراین، با وجودی‌که ذرات می‌توانند ارتعاش کنند، اما نمی‌توانند به‌آسانی جابه‌جا شوند. به‌همین دلیل است که جامدات معمولاً شکل ثابتی دارند و سفت به‌نظر می‌رسند.



▲ درزهای انبساطی پل فلزی
پل‌های فلزی همیشه فضاهایی به‌نام درزهای انبساطی دارند. دلیل ایجاد آن‌ها این است که فلزات وقتی حرارت می‌بینند منبسط می‌شوند. گرما، ارتعاشات ذرات فلز را افزایش می‌دهد و فضای بیشتری را اشغال می‌کنند. این درزها باعث می‌شود که انبساط پل در هوای گرم موجب چین‌خوردن آن نشود.

بدنه‌ی فلزی
زیر فشار مچاله می‌شود

گلگیر پلاستیکی
خم می‌شود و تغییر شکل می‌دهد

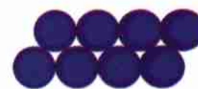
▶ تغییر شکل
بعضی جامدات، مثل فلز این کاپوت اتومبیل و گلگیر پلاستیکی، می‌توانند تحت فشار یا به‌وسیله‌ی چکش، شکل‌های مختلفی را به‌خود بگیرند بدون این‌که بشکنند. این جامدات را مواد فلزی می‌گویند. بعضی دیگر، مثل بیسکویت یا شیشه، در اثر فشار یا ضربه خم نمی‌شوند بلکه می‌شکنند. این مواد را شکننده می‌گویند.

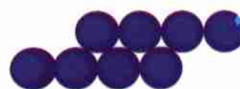
حالت زیگزاگی ستون‌های فولادی جاده را مقاوم می‌کند

کش‌سانی

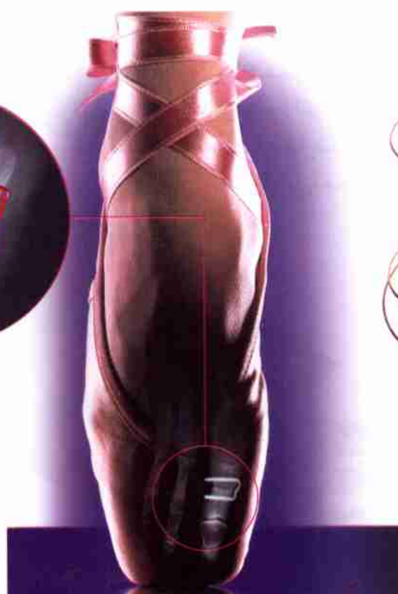
بعضی جامدات، مثل فلز مس، را می‌توان به‌آسانی کش داد و به سیم‌های بسیار نازک تبدیل کرد. این جامدات را مواد کش‌سان می‌گویند. آن‌ها به این دلیل از این خاصیت برخوردارند که ذراتشان یک ساختار صلب و محکم ندارند، بلکه به‌صورت ردیفی قرار گرفته‌اند و می‌توانند روی یکدیگر بلغزند. مس را می‌توان به رشته‌هایی به باریکی نصف موی انسان تبدیل کرد که در وسایل برقی و الکترونیکی استفاده می‌شود.

سیم مسی


فلز کش نیامده


فلز کش آمده

گیره‌ی فلزی
به شکلی که در حافظه دارد بر می‌گردد



گیره‌ی فلزی
با استخوان شکسته حرکت می‌کند و فرد همچنان می‌تواند تحرک داشته‌باشد

▶ فلز حافظه‌دار
فلزات حافظه‌دار می‌توانند شکل خود را به‌یاد داشته‌باشند. این فلزات در یک دمای خاص می‌توانند شکل خاصی به‌خود بگیرند که هیچگاه فراموش نمی‌کنند. آن‌ها موارد استفاده‌ی فراوان دارند – از جمله ترمیم استخوان‌های شکسته. حتی اگر استخوان‌ها جابه‌جا شوند، فلز همیشه به شکل اولیه‌ی خود بر می‌گردد و استخوان‌ها را در وضعیت صحیح قرار می‌دهد.



مقاومت

بعضی جامدات مثل فولاد یا بتن را به‌سختی می‌توان شکست حتی اگر فشار زیادی بر آن‌ها وارد شود. دلیلش این است که ذرات آن‌ها با قدرت بسیار بالایی درکنار یگدیگر قرارگرفته‌اند. این مواد را مقاوم می‌گویند و برای ساختن پل‌ها وساختمان‌ها از آن‌ها استفاده می‌کنند. مقاومت ویژگی متفاوتی از سختی است. مواد سخت را نمی‌توان خم کرد و یا به‌آسانی خراش انداخت؛ زیرا ذرات آن‌ها در یک الگوی منظم، به‌نام **ساختار بلوری**، مرتب شده‌اند.

سیم‌های فولادی را در یکدیگر تابیده و کابل‌های قوی به‌وجود آورده‌اند

◄ پل معلق
پل گلدن گیت (دروازه طلایی) در سانفرانسیسکو، ایالات متحده، یک پل معلق است. این پل از هزاران کابل فولادی، ستون‌های فولادی، و پایه‌های بتنی ساخته شده است. مقاومت پل ناشی از مواد مقاوم و مهندسی خوب آن است.

مقیاس سختی MOHS

کانی	MOH
الماس	۱۰
کوراندوم	۹
توپاز (زبرجد)	۸
کوارتز	۷
فلداسپار	۶
آپاتیت	۵
فلوئوریت	۴
کلسیت	۳
جیپسوم	۲
تالک	۱

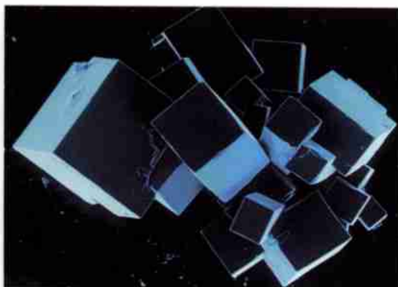
سختی بیانگر میزان خراش برداشتن یک ماده است. مقیاس سختی MOH، ۱۰ کانی را از یک تا ده درجه‌بندی کرده است. هر چه عدد بزرگتر باشد سختی کانی بیشتر است. هر یک از مواد بالاتر می‌تواند تمام مواد قرار گرفته در زیر خود را خراش دهد. مواد دیگر را می‌توان با این کانی‌ها مقایسه کرد. مثلاً سختی مس ۲/۵ است.


الماس

ستون‌های فولادی
از شبکه‌ی کابل‌های نگهدارنده‌ی کف پل حمایت می‌کنند

ساختار بلوری

ساختار بلوری بیشتر جامدات، از جمله فلزات، نمک، و شکر، از بلورهای ریز تشکیل شده است. ذرات آن‌ها در الگوهای منظم سه‌بعدی به‌صورت مکعب یا شکل‌های شش وجهی مرتب شده‌اند. همه جامدات این‌گونه نیستند. مثلاً ذرات شیشه، الگوی منظمی ندارند و شیشه دارای ساختار بلوری نیست. این‌گونه ساختار را غیربلوری می‌گویند.



ساختار نمک ◄
هر ذره‌ی نمک طعام از هزاران بلور کوچک تشکیل شده است که بدون کمک میکروسکوپ‌های الکترونی اسکن‌کننده قابل مشاهده نیستند. بلورهای نمک مکعب شکل هستند. در این‌جا رنگ شده‌اند تا ساختار آن‌ها به‌وضوح دیده شود. بلورها شکل‌های مختلف دارند: مکعب، هرمی، شش وجهی و منشوری.

بلور شش وجهی
با نوک‌های تیز در هردو انتها

بلور کوارتز ◄
بلورهای کوارتز به‌اندازه‌ای بزرگ هستند که با چشم دیده می‌شوند. کوارتز فراوان‌ترین کانی است که در بسیاری از سنگ‌ها یافت می‌شود. بیشتر ماسه‌های روی زمین از دانه‌های کوارتز تشکیل شده‌اند. کوارتز در حالت خالص شفاف است اما در اثر ناخالصی‌ها به رنگ‌های مختلف درمی‌آید.

پایه‌ی بتونی
سکوی ثابتی را برای نگهداری ستون‌ها به‌وجود می‌آورد

نیز نگاه کنید به ◄◄ فلزات ۳۴-۳۵ • کش سانی ۶۹ • میکروسکوپ ۱۱۶

مایعات

آب در هنگامی که در رودخانه جاری است به‌طور دائم شکلش عوض می‌شود و فضای موجود را پرمی‌کند. آب یک مایع است و مایعات جاری هستند و شکل ثابتی ندارند و شکل ظرف را به‌خود می‌گیرند. اگر مایع را از لیوان در بشقاب بریزید، حجم مایع (فضایی که اشغال می‌کند) ثابت می‌ماند اما شکل آن تغییر می‌کند.

نفت خام غلیظ
به لوله می‌چسبد

نرخ جریان کند است
چون مایع غلظت بالایی دارد

▶ قدرت جریان
مایعی که جریان سریع دارد، مثل آب در هنگام ریزش از آبشار، انرژی فراوانی دارد. قدرت جریان آب را می‌توان برای به‌گردش در آوردن چرخ‌ها و راه‌اندازی ماشین‌آلات و حتی تولید الکتریسیته به‌کار گرفت. مایعاتی که جریان سریع دارند، مثل امواج جزر و مدی، ممکن است خسارات فراوانی هم به‌بار آورند.

▶ غلظت
تند یا کند بودن جریان یک مایع را ویسکوسیته یا غلظت آن می‌گویند. نفت خام مایعی است که به‌آسانی جاری نمی‌شود و می‌گوییم غلظت آن بالا است. گرم کردن نفت خام غلظت آن را پایین می‌آورد و باعث می‌شود در لوله‌ها آسان‌تر جاری شود. مایعات دیگر، مثلاً آب، بدون حرارت هم جریان روان دارند چون غلظت آب پایین است.

▶ ذرات مایع
نیروی بین ذرات مایع ضعیف تر از نیروی بین ذرات جامد است. بنابر این ذرات مایع فاصله بیشتری با هم دارند و آسان تر جا به جا می شوند. به دلیل جا به جایی ذرات، مایعات می توانند جاری باشند و شکل ظرفشان را به خود بگیرند.

نفت خام
به‌کندی فرو می‌چکد

جیوه فلز مایعی است که روی سطوح صاف به‌صورت گلوله‌های کوچک در می‌آید

مایعات
liquids

▲ نیروی همگیری ملکولی
جیوه فلزی مایع و بسیار سمی است. وقتی جیوه روی یک سطح صاف ریخته شود می‌غلتد و به‌شکل گلوله‌های کوچک در می‌آید. نیروهای بین ذرات جیوه بسیار نیرومند هستند و در نتیجه ذرات از هم جدا نمی‌شوند. این نیروهای نگهدارنده‌ی ذرات همجنس را نیروی همگیری (چسبندگی) می‌گویند. ذرات آب چنین همگیری نیرومندی ندارند و در نتیجه روی سطح پخش می‌شوند.

▶ حجم
با وجودی که ظاهر این دو ظرف مختلف است اما حجم مایعی که نگه داشته‌اند مساوی است. حجم مایع یعنی میزان فضایی که اشغال کرده‌است. مایعات وقتی از یک ظرف به ظرفی دیگر منتقل می‌شوند با وجود تغییر شکل حجمشان ثابت می‌ماند. به‌همین دلیل مایعات را معمولاً با حجم آن‌ها (لیتر یا گالن) اندازه‌گیری می‌کنند.

پاهای سبک
آب رووک سطح آب را نمی‌شکافند

حجم مایع
در ظرف بلند مساوی حجم آن در ظرف کوتاه است

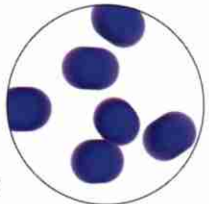
مایع
شکل عوض کرده ولی حجم عوض نکرده است

▲ کشش سطحی
بعضی حشرات، مثل آب رووک، می‌توانند بدون فرو رفتن در آب روی آن راه بروند. این بدان دلیل است که نیروی کشش بین ذرات آب، ذرات واقع برسطح را چسبیده به‌یکدیگر نگه می‌دارد. این کشش را کشش سطحی می‌گویند که به‌گونه‌ای عمل می‌کند که گویی یک پوست نامرئی بر روی آب کشیده شده است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ تغییر حالت ۱۶-۱۷ • نیرو ۶۴-۶۵ • انرژی ۷۶-۷۷

گازها

گازها در همه‌جا یافت می‌شوند اما با وجودی که بسیاری از آن‌ها، مثل عطر، را می‌توان بو کرد، اما بیشترشان دیده نمی‌شوند. گازها نیز مثل مایعات جاری می‌شوند اما برخلاف جامدات و مایعات، در جایی که قرارگرفته‌اند باقی نمی‌مانند. گازها شکل و حجم ثابتی ندارند و در جهت‌های مختلف جاری می‌شوند تا فضایی را که در آن قرارگرفته‌اند کاملاً اشغال کنند. اگر ظرف درپوش نداشته باشد گاز خارج می‌شود.



◀ ذرات گاز

ذرات گاز با سرعتی حدود ۱۶۰۰ کیلومتر در ساعت جابه‌جا می‌شوند. فاصله‌ی این ذرات با یکدیگر زیاد است و از این رو می‌توانند در جهت‌های مختلف آزادانه حرکت کنند. گازها انبساط می‌یابند و ظرفی را که اشغال کرده‌اند پر می‌کنند. در اثر برخورد ذرات گاز با یکدیگر، به‌دلیل قوی نبودن نیروی نگهدارنده‌ی آن‌ها، ذرات از یکدیگر دور می‌شوند.

مشعل، هوای درون بالن را گرم می‌کند

ذرات گرم شده انبساط یافته و بالن را باد می‌کنند تا به اندازه‌ای سبک شود تا بتواند بالا برود

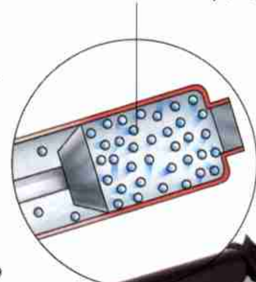




انبساط ◀

در بالن‌های هوای داغ، هوای درون بالن به‌وسیله‌ی یک مشعل گرم می‌شود. درنتیجه، ذرات هوا انرژی بیشتری پیدا می‌کنند و حرکتشان تندتر می‌شود. و هنگام جابه‌جایی فاصله‌ی بیشتری با یکدیگر می‌یابند و به دیواره‌های بالن فشار وارد می‌کنند. گرما همیشه باعث انبساط گازها می‌شود. اگر بادکنکی را کنار آتش قرار دهید هوای درون آن ممکن است آنقدر انبساط یابد که بادکنک بترکد.

ذرات گاز وادار به نزدیک‌تر شدن به‌یکدیگر شده‌اند



◀ تراکم

گازها را می‌توان به‌آسانی فشرده یا متراکم کرد. وقتی تلنبه‌ی دوچرخه را به پایین فشار می‌دهید هوای درون آن را وادار می‌کنید فضای کمتری را اشغال کند. ذرات هوا به‌یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند و با قدرت بیشتری به دیواره‌های تلنبه و به‌یکدیگر فشار وارد می‌کنند.



لوله تلنبه در اثر برخورد ذرات هوا با آن گرم می‌شود



▲ بخار

بخار گازی است که از یک مایع قبل از رسیدن آن به نقطه‌ی جوش ساطع می‌شود. آب در ۱۰۰ درجه سانتیگراد بخار می‌شود. اما حتی در دماهای پایین‌تر نیز مقداری از ذرات آب ازدرون مایع بیرون‌آمده و به‌صورت گاز (به‌نام بخار) وارد هوا می‌شود. وقتی بخار کمی سردتر می‌شود گاز دوباره به‌صورت مایع درمی‌آید – که به‌شکل مه یا شبنم دیده می‌شود.



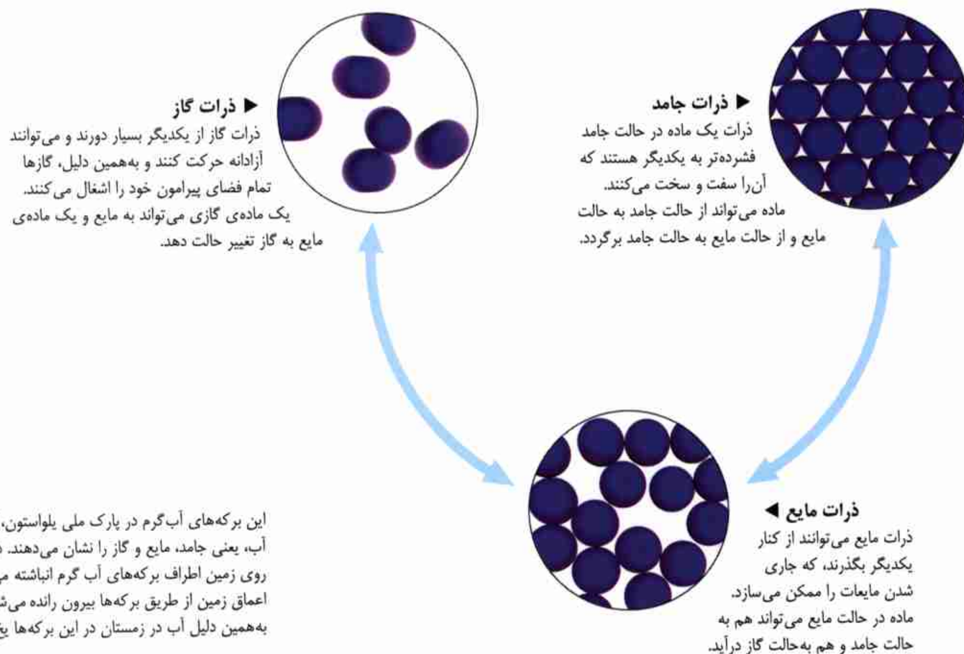
فشار ◀

وقتی شیشه‌ی نوشابه‌ی گازداری را محکم تکان بدهیم، اگر درپوش آن محکم نباشد ممکن است به هوا بپرد. نوشابه‌ی درون بطری حاوی تعداد فراوانی حباب‌های کوچک گاز است که تکان‌دادن بطری موجب آزاد شدن گاز می‌شود و ذرات پرسرعت گاز به درپوش فشار می‌آورند. فشار بالایی از زیر به درپوش وارد شده و آن را به هوا می‌پراند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ تغییر حالت ۱۶-۱۷ ● آب ۴۰-۴۱ ● فشار ۷۴-۷۵ ● انرژی ۷۶-۷۷

تغییر حالت

ماده به یکی از سه شکل جامد، مایع یا گاز وجود دارد. این‌ها را حالت‌های ماده می‌گویند. ماده می‌تواند درصورت گرم یا سرد شدن از یک حالت به حالتی دیگر تغییر کند. اگر یخ (جامد) حرارت داده شود به آب (مایع) تبدیل می‌شود. این تغییر حالت را **ذوب شدن** می‌گویند. اگر آب را حرارت دهیم به بخار (گاز) تغییر شکل می‌دهد. این تغییر را **جوش‌آمدن** می‌گویند. ذرات یخ، آب و بخار یکسان هستند اما شیوه‌ی آرایش آن‌ها در کنار یکدیگر متفاوت است.



◀ ذرات جامد
ذرات یک ماده در حالت جامد فشرده‌تر به یکدیگر هستند که آن‌را سفت و سخت می‌کنند. ماده می‌تواند از حالت جامد به حالت مایع و از حالت مایع به حالت جامد برگردد.

◀ ذرات گاز
ذرات گاز از یکدیگر بسیار دورند و می‌توانند آزادانه حرکت کنند و به‌همین دلیل، گازها تمام فضای پیرامون خود را اشغال می‌کنند. یک ماده‌ی گازی می‌تواند به مایع و یک ماده‌ی مایع به گاز تغییر حالت دهد.

ذرات مایع ◀
ذرات مایع می‌توانند از کنار یکدیگر بگذرند، که جاری شدن مایعات را ممکن می‌سازد. ماده در حالت مایع می‌تواند هم به حالت جامد و هم به‌حالت گاز درآید.

تغییر حالت آب ◀
این برکه‌های آب‌گرم در پارک ملی یلواستون، ایالات متحده، سه حالت آب، یعنی جامد، مایع و گاز را نشان می‌دهند. در زمستان یخ و برف جامد روی زمین اطراف برکه‌های آب گرم انباشته می‌شود. گازهای داغ از اعماق زمین از طریق برکه‌ها بیرون رانده می‌شوند که آب را گرم می‌کنند. به‌همین دلیل آب در زمستان در این برکه‌ها یخ نمی‌زند.

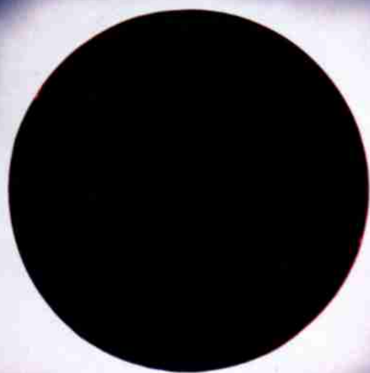
ذوب شدن

اگر جامدات را حرارت دهیم ذرات آن‌ها انرژی بیشتری پیدا می‌کنند و ارتعاشان بیشتر می‌شود. ذرات در یک دمای خاص چنان به ارتعاش در می‌آیند که ساختار منظم آن‌ها از هم می‌پاشد. در این نقطه، جامد ذوب و به‌مایع تبدیل می‌شود. دمایی که این تغییر از جامد به مایع در آن رخ می‌دهد نقطه‌ی ذوب گفته می‌شود. هر جامد دارای نقطه‌ی ذوب مشخصی در فشار هوای معمولی است. هر چه فشار هوا کمتر باشد – مثل نوک کوه‌ها – نقطه‌ی ذوب پایین‌تر است.



◀ انجماد
لاوا (گدازه) سنگ مایعی است که در دماهای بسیار بالا (بیش از ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد) از دهانه آتش‌فشان بیرون می‌آید. گدازه‌ی بسیار داغ در برخورد با سطح زمین سرد می‌شود و دوباره به حالت سنگ جامد بر می‌گردد. این تغییر از مایع به جامد را انجماد می‌گویند که فرایندی برخلاف فرایند ذوب است.





▲ **پلاسمای خورشیدی**

هاله‌ی درخشان دور خورشید که در خورشیدگرفتگی (کسوف) کامل دیده می‌شود از یک حالت چهارم ماده به نام پلاسما تشکیل شده است. پلاسما زمانی شکل می‌گیرد که انرژی بسیار بسیار بالایی به گاز داده شود – مثل گرم کردن یا عبور الکتریسیته از درون گاز. این انرژی بالا ذرات گاز را از هم می‌شکافد و این ذرات به قسمت‌های کوچکتری تقسیم می‌شوند که به‌دلیل داغ بودن می‌درخشند.



شبنم یخ زده ◄

شبنم یخ زده یا سرماریزه به قطعات سوزن شکل یخی گفته می‌شود که روی برگ‌ها تشکیل می‌شود. بخار آب (گاز) موجود در هوا در دمای ۹/۵- درجه سانتیگراد مستقیماً به یخ (جامد) روی برگ‌ها بدون عبور از مرحله‌ی مایع تبدیل می‌شود. این عمل را تصعید (فرازش) یعنی عبور مستقیم از حالت گاز به جامد می‌گویند. بیشتر گازها وقتی خنک شوند ابتدا به مایع تبدیل می‌شوند و بعد در صورت کاهش بیشتر دما به جامد تبدیل می‌شوند.

جوش آمدن

وقتی یک مایع را حرارت می‌دهیم، ذرات آن انرژی بیشتری به‌دست می‌آورند و حرکتشان تندتر و فاصله‌شان با یکدیگر بیشتر می‌شود. ذرات مایع در یک دمای خاص کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند و مایع به‌گاز تبدیل می‌شود. این دما را نقطه‌ی ذوب می‌گویند. نقطه‌ی ذوب هر ماده همواره ثابت است و تغییر نمی‌کند.



▼ **تبخیر**

مقداری از آب کتری بدون جوش آمدن نیز تبدیل به گاز می‌شود. این عمل را تبخیر می‌گویند. تبخیر زمانی رخ می‌دهد که گاز در دمای بسیار پایین‌تر از نقطه‌ی جوش خود به‌حالت گاز در می‌آید. در هر مایع همواره تعدادی ذرات وجود دارد که انرژی کافی برای آزاد شدن از بقیه و تبدیل شدن به گاز دارند.

تقطیر ◄

قطرات شبنمی که پس از یک شب سرد روی برگ‌ها دیده می‌شود آبی است که به‌صورت گاز در هوا وجود داشته و در اثر سرد شدن به‌صورت قطرات ریز مایع بر روی برگ‌ها و پنجره‌ها فرو نشسته‌اند. این تغییر از حالت گاز به مایع را تقطیر می‌گویند.

بخار نامریی ◄

آب وقتی به ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد به‌جوش می‌آید. این دمایی است که آب در آن به بخار تبدیل می‌شود. بخار، گازی نامریی است اما وقتی به درکتری می‌رسد دوباره خنک و مقداری از آن به مایع تبدیل می‌شود که مخلوط با بخار است و ما می‌توانیم آن را ببینیم.

نیز نگاه کنید به ◄◄ جامدات ۱۲-۱۳ ● مایعات ۱۴ ● گازها ۱۵ ● آب ۴۰-۴۱

مخلوط‌ها

تقریباً همه‌ی اشیا از مواد مختلف مخلوط با هم درست شده‌اند. اشیا را فقط زمانی می‌توانیم به‌آسانی به‌عنوان مخلوط تشخیص دهیم که **اندازه‌ی ذرات** آن‌ها به‌اندازه‌ای بزرگ باشد که بتوانیم آن‌ها را ببینیم. دانه‌های فندق، بادام، نخودچی و کشمش در یک کاسه آجیل مخلوطی است که اجزای آن به‌آسانی دیده می‌شوند. ولی یک لیوان آب میوه ظاهراً شباهتی به مخلوط ندارد چون ذرات ریز میوه و آب آن کوچک هستند. این نوع مخلوط را **محلول** می‌گوییم- که ذرات یک ماده در ماده‌ی دیگر حل شده‌اند.

ذرات فراوان ◀
سنگ‌ها، ماسه و آب دریا مخلوط‌هایی از مواد یکسان هستند اما در اندازه‌های مختلف ذرات- مانند کانی‌های فلداسپار، میکا و کوارتز. صخره‌ها این مواد را در حجم بالا دارند و ماسه به‌صورت دانه‌های ریز، و آب دریا به شکل ذرات حل شده‌ای است که به چشم دیده نمی‌شود. باران و رودخانه‌ها در عبور از روی سنگ‌ها این کانی‌ها را در خود حل می‌کنند.

آب دریا حاوی کانی‌های حل‌شده‌ی صخره‌ها و سنگ‌هاست

اندازه‌ی ذرات

مخلوط‌ها انواع مختلف دارند، که بسته به‌میزان کوچکی ذراتشان، به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند. مخلوطی مانند ماسه، ذرات بزرگ دارد. آب گل‌آلود نیز مخلوطی است که آن را تعلیق (سوسپانسیون) می‌گویند که در آن، ذرات کوچک‌تر از آنند که پس از مخلوط شدن دیده شوند، اما به‌تدریج در ظرف ته‌نشین می‌شوند. به مخلوطی مانند مه (آب وهوا) مخلوط کلوئیدی گفته می‌شود که ذرات آن آنقدر کوچکند که نمی‌توانند ته نشین شوند.



◀ مخلوط‌های درشت
ذرات بعضی مخلوط‌ها آنقدر بزرگند که بدون میکروسکوپ هم دیده می‌شوند. اگر با دقت به یک مشت ماسه نگاه کنید می‌توانید دانه‌هایی با رنگ‌های مختلف را ببینید که با هم مخلوط شده‌اند. بعضی ماسه‌ها دانه‌های درشت‌تری دارند و هر چه اندازه‌ی دانه‌ها کوچک‌تر باشد ماسه نرم‌تر و پودر مانندتر است.

ماسه حاوی کوارتز است





ذرات رنگ پراکنده در تیله‌ی شیشه‌ای

کلوئید ◀
کلوئید مخلوطی متشکل از ذرات ریز پراکنده شده‌ی یک ماده در ماده‌ی دیگر است - مثل ذرات رنگ مخلوط شده با شیشه در یک تیله‌ی رنگی. ذرات در یک کلوئید کوچکتر از ذرات موجود در یک سوسپانسیون هستند اما از ذرات موجود در محلول بزرگترند. این ذرات آنقدر کوچک و سبکند که هیچگاه ته‌نشین نمی‌شوند.



ذرات غبار معلق در هوا

▲ سوسپانسیون
وقتی حجم بزرگی از غبار از دهانه‌ی آتش‌فشان بیرون می‌آید، این غبار در واقع مخلوطی از خاکستر جامد (پودر باقیمانده از مواد سوخته شده) و گازهایی مانند دی‌اکسید کربن است. این ابر غباری برای مدتی در هوا معلق می‌ماند اما به‌تدریج، ذرات ریز خاکستر بر زمین فرو می نشینند و آن را می‌پوشانند. ابر آتش‌فشانی نمونه‌ای از یک سوسپانسیون یا تعلیق است.

امولسیون ◀
شیر، از ذرات کوچک چربی شناور در آب تشکیل شده است. به این نوع امولسیون کلوئید می‌گویند، که در آن، ذرات چربی در آب شناور می‌مانند و مایع یا خمیری کِرم مانند تولید می‌کنند. مایونز، رنگ‌های امولسیونی، ژِلب و کِرم صورت از دیگر انواع امولسیون هستند.



ذرات چربی شناور در آب

سنگ منبع اولیه‌ی کانی‌هاست

ماسه از ذرات سنگ‌هایی تشکیل شده است که به مرور زمان خرد و کوچک شده‌اند

مخلوط‌های کانی

تمام سنگ‌ها و صخره‌ها مخلوط‌هایی از موادی طبیعی به‌نام کانی‌ها هستند. گرانیت یک سنگ ساخته شده از سه کانی به‌رنگ‌های مختلف به‌نام فلداسپار، میکا و کوارتز است. دانه‌های صورتی گرانیت فلدسپار، دانه‌های سیاه میکا و دانه‌های خاکستری کم رنگ شیشه مانندش ازجنس کوارتز هستند. گرانیت معمولاً از تقریبا ۷۵ درصد فلداسپار، ۵ درصد میکا و ۲۰ درصد کوارتز تشکیل شده است. این مقادیر ممکن است تفاوت کنند و سنگ‌های گرانیت اغلب مقادیر کمی از دیگر کانی‌ها را نیز در خود دارند.


فلداسپار


میکا


کوارتز

محلول‌ها

محلول به مخلوطی می‌گویند که ذرات مختلف آن کوچک و به‌طور یکنواخت در هم آمیخته شده باشند. محلول‌ها اغلب از حل شدن یک جامد در یک مایع – مثل شکر در آب – تشکیل می‌شوند. شکر را محلول وآب را حلال می‌گویند. محلول‌ها می‌توانند همچنین از مایعی حل شده در مایع دیگر باشند؛ مثل مایعات ضدعفونی، که مخلوط آب و الکل هستند؛ و یا ممکن است گاز مخلوط شده با گاز دیگر باشد؛ مثل اکسیژن حل‌شده در نیتروژن هوا.



محلول جامد ◄

فلز وود که در کپسول‌های آتش‌نشانی به‌کار می‌رود، آلیاژی (مخلوط فلزات) از بیسموت، سرب، قلع و کادمیوم است. این مخلوط فلزی درجه‌ی ذوب بسیار پایینی دارد: ۷۱ درجه سانتیگراد. از این مخلوط به‌عنوان حسگر در کپسول‌های خودکار آتشنشانی استفاده می‌شود. اگر دمای محیط بالا برود، آلیاژ فلزی ذوب و آب به اطراف پاشیده می‌شود.



◄ محلول گازی

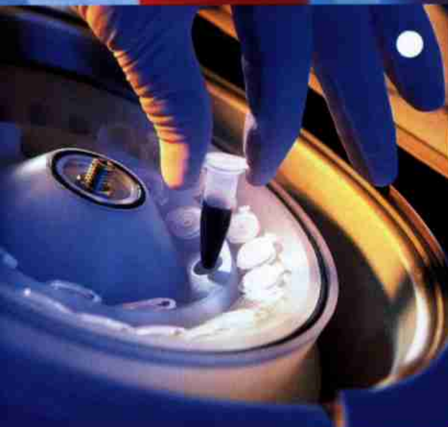
یکی دیگر از انواع محلول‌ها حل شده‌ی یک گاز در مایع است. وقتی قرص ویتامین در آب حل شود، دی اکسید کربن آزاد شده و به حل سریع قرص کمک می‌کند. نوشابه‌های گازدار نیز محلول‌های گاز در مایع هستند. گاز را تا زمانی که به‌صورت محلول وجود دارد نمی‌توانید ببینید. زمانی که گاز به‌صورت حباب از محلول خارج می‌شود، می‌توانید آن را مشاهده کنید.

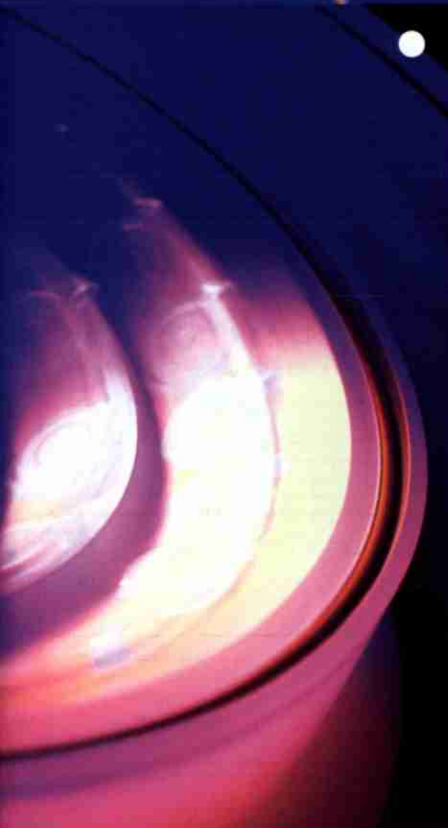
نیز نگاه کنید به ◄◄ جداسازی مخلوط‌ها ۲۰-۲۱ • فلزات ۳۴-۳۵ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ • فرسایش ۲۲۲-۲۲۳

جداسازی مخلوط‌ها

مواد موجود در یک مخلوط را می‌توان به کمک تفاوت ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها، مثل اندازه‌ی ذرات، از هم جدا کرد. هر چه ویژگی‌ها متفاوت‌تر باشد، جدا کردن مواد آسان‌تر است. برگ‌های چای در آب حل نمی‌شوند، بنابر این می‌توانیم با استفاده از صافی، آن‌ها را جدا کنیم. ذرات موجود در مخلوط‌های دیگر ممکن است بسیار کوچک‌تر باشند. در رنگ‌نگاری مواد بسیار ریز و میکروسکوپی را به‌کمک درجه‌ی اتصال آن‌ها به‌دیگر مواد جدا می‌کنند.









طلاشویی ◄
برای جدا کردن ذرات ریز طلا در رودخانه‌ها، مخلوط ماسه، گل و ریگ را برمی‌دارند و در یک ظرف می‌چرخانند. ذرات طلا سنگین‌تر از دیگر ذرات هستند و در ته ظرف باقی می‌مانند. ذرات سبک‌تر در آب معلق می‌مانند و از آن استخراج می‌شوند. این شیوه‌ی استخراج طلا را "طلاشویی" می‌گویند. کره را نیز به همین شیوه از شیر جدا می‌کنند، چون کره چگالی کمتری نسبت به شیر دارد.



► تقطیر
در جریان تقطیر، یک مخلوط مرکب از مایعات مختلف را در یک ظرف حرارت می‌دهند. مایعی که دمای ذوب پایین‌تری دارد زودتر تبخیر می‌شود و به بیرون ظرف تقطیر هدایت و جمع آوری می‌گردد. مایعی که بالاترین نقطه‌ی ذوب را دارد و همچنین ذرات جامد محلول، در ظرف باقی می‌مانند. در تقطیر جزء به جزء مایعات مختلف را یکی یکی، به ترتیب دمای ذوب آن‌ها، جدا می‌کنند. صنعت پتروشیمی با استفاده از این شیوه نفت خام را پالایش می‌کند.

e ►► جدا سازی مخلوط‌ها separating mixtures

صافی کردن

وقتی مواد تشکیل دهنده‌ی یک مخلوط ذراتی با اندازه‌های مختلف داشته باشند می‌توان آن‌ها را با صافی کردن جدا کرد. مخلوط را از یک الک یا صافی می‌گذرانند. ذرات ریز از سوراخ‌ها می‌گذرند ولی ذرات بزرگ‌تر باقی می‌مانند. صافی کردن، اولین مرحله در تصفیه‌ی آب است. شیمیدان‌ها از صافی‌هایی به‌نام زیولیت استفاده می‌کنند. این صافی‌ها سوراخ‌های بسیار ریزی دارند که می‌توانند ذرات بسیار ریز را از آب جدا کنند.



▲ صافی کردن آب کثیف
به کمک یک صافی می‌توان آب کثیف را به آب تمیز تبدیل کرد. ظرفی با یک سوراخ در ته آن را درون ظرف دیگری قرار دهید و یک کاغذ صافی ته آن بگذارید. سپس یک لایه زغال، یک لایه ماسه و یک لایه شن و ریگ ریز ته ظرف سوراخ دار بریزید. وقتی آب کثیف را در ظرف بریزید لایه‌ها به‌ترتیب، دانه‌های درشت‌تر را نگه می‌دارند و دانه‌های کوچک‌تر به لایه‌های زیرین می‌روند که در آنجا هم درشت ترهایشان گیر می‌افتند و به این ترتیب ادامه می‌یابد تا آب صاف به‌دست آید که الزاماً قابل آشامیدن نیست.

► سانتریفوژ کردن
سانتریفوژ شبیه یک ماشین خشک کن با سرعت بسیار بالاست. در اثر چرخش سریع آن، ذرات حل شده در مایع از هم جدا می‌شوند. ذرات سنگین‌تر به وسط و کف ظرف منتقل می‌شوند و هر چه ذرات سبک‌تر باشند به سطح مایع نزدیک‌تر می‌شوند. در آزمایشگاه برای آزمایش خون از این روش استفاده می‌شود.

۱. خون را در یک شیشه‌ی کوچک می‌ریزند. رنگ قرمز خون به‌دلیل وجود گلبول‌های قرمز خون است که از همه سنگین‌ترند.

۲. لوله را با گیره در داخل سانتریفوژ ثابت قرار می‌دهند. هر دستگاه سانتیریفوژ می‌تواند تا پنجاه لوله آزمایش را در خود جای دهد.

۳. در دستگاه محکم بسته می‌شود و دستگاه با سرعتی تقریباً ۴۰۰۰ دور در دقیقه شروع به چرخیدن می‌کند.

۴. گلبول‌های قرمز خون در ته لوله باقی می‌مانند و پلاسمای مایع زرد به سطح لوله می‌آید.



رنگ‌نگاری

دانشمندان با استفاده از رنگ نگاری یا کروماتوگرافی بسیاری از مخلوط‌های مایع را از هم جدا می‌کنند. مخلوط را در یک مایع حل می‌کنند تا محلولی به‌دست آید. محلول را روی یک ماده جامد می‌گذارند و موادی که آسان‌تر حل شده‌اند از ماده‌ی جامد بیشتر فاصله می‌گیرند. مواد جدا شده از نوارهای رنگ را کروماتوگرام می‌گویند. دانشمندان تغذیه با بررسی کروماتوگرام‌ها مشخص می‌کنند که هر ماده غذایی چه مواد افزودنی و رنگی دارد.



رنگ نگاری کاغذی ▲
دانشمندان تغذیه با استفاده از رنگ‌نگاری کاغذی رنگ‌ها را از مواد غذایی جدا و تجزیه و تحلیل می‌کنند. یک قطره از رنگ روی یک فیلتر کاغذی ریخته می‌شود. لبه‌ی پایینی فیلتر را در آب قرار می‌دهند. با بالا رفتن آب در کاغذ، رنگ‌ها به بالا حرکت می‌کنند. بعضی رنگ‌ها سریع‌تر از بعضی دیگر بالا می‌روند و مواد به شکل نوارهایی از رنگ‌های مختلف تقسیم می‌شوند.



رنگ‌نگاری لایه‌ی نازک ◄
دانشمندان ژنتیک از رنگ‌نگاری لایه نازک (TLC) برای مطالعه‌ی مواد تشکیل دهنده‌ی ژن‌ها استفاده می‌کنند. در این روش، ماده‌ی جامد یک صفحه‌ی شیشه‌ای یا پلاستیکی با روکشی از یک ماده‌ی شیمیایی – معمولاً اکسید آلومینیوم یا اکسید سیلیکان – است. مخلوط مایع به‌سمت بالای مایع حرکت می‌کند و بعضی از مواد بیش از بعضی دیگر جلو می‌روند. مواد به‌شکل نقطه‌هایی روی صفحه ظاهر می‌شوند. دانشمندان از مطالعه‌ی ژن‌ها به ویژگی‌های وراثتی پی می‌برند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ مخلوط‌ها ۱۸-۱۹ • صنایع شیمیایی ۵۰-۵۱ • رسوبات ۲۲۵ • ژنتیک ۳۶۴-۳۶۵

عناصر

تمامی عناصر اطراف شما از ترکیب‌های مختلف موادی به‌نام عناصر تشکیل شده‌اند. عناصر مواد خالصی هستند که نمی‌توان آن‌ها را تجزیه کرد. طلا و نقره از جمله عناصری هستند که به‌طور خالص یافت می‌شوند. اما بیشتر عناصر در ترکیب‌های دو، سه و یا چندتایی با یکدیگر یافت می‌شوند. **عناصر طبیعی** آن‌هایی هستند که در زمین یافت می‌شوند. **عناصر مصنوعی** آن‌هایی هستند که در آزمایشگاه‌ها ساخته می‌شوند و اغلب فقط در آزمایشگاه یافت می‌شوند.

شهاب سنگ ◄
یک عنصر صرف‌نظر از این که در کجا یافت شود همان خواص خود را دارد. مثلاً، شهاب سنگ‌ها سنگ‌های بزرگی هستند که از فضا بر روی زمین باریده‌اند. بعضی از آن‌ها حاوی فلزاتی چون آهن هستند که یک عنصر طبیعی است. آهن یافت‌شده در شهاب سنگ دقیقاً همان آهنی‌است که در سنگ‌های زمین یافت می‌شود.


براده های آهن



▲ منشا عناصر
تمام عناصر روی زمین در قلب ستاره‌های در حال انفجار شکل گرفته‌اند. جهان ابتدا فقط از دو عنصر هیدروژن و هلیوم ساخته شده بود که ستاره‌ها را به‌وجود آوردند. در هسته‌ی سوزان این ستاره‌ها اتم‌های هیدروژن و هلیوم با یکدیگر ترکیب شدند و عناصر جدید به وجود آمدند. حتی عناصر سنگین‌تر نیز در انفجارهای ستارگان بسیار بزرگ، به‌نام ابراختر، ایجاد شدند.



▲ شمش‌های طلای خالص
تعداد کمی از عناصر طبیعی به‌طور خالص یافت می‌شوند. بیشتر آن‌ها در ترکیب با عناصر دیگر قرار دارند. فلز طلا یکی از استثناءها است. طلای خالص را می‌توان از شکاف‌های صخره‌ها و معادن طلا استخراج کرد. طلای خالص جز ذرات طلا هیچ چیز دیگری همراه ندارد.

لایه‌های بیرونی ستاره در یک انفجار عظیم به‌بیرون فشرده می‌شود



جان دالتون
انگلیسی، ۱۷۶۶-۱۸۴۴
جان دالتون شیمیدان انگلیسی گازهای هوا را مطالعه کرد. به اعتقاد او همه‌ی چیزها از موادساده‌ای به‌نام عناصر تشکیل شده‌اند. به اعتقاد او ویژگی‌ها و خواص هر ذره از یک عنصر دقیقاً مانند ذرات آن و متفاوت از خصوصیات هر عنصر دیگری است.

عناصر موجود در پوسته‌ی زمین

عنصر	درصد
اکسیژن	۴۷
سیلیکان	۲۸
آلومینیوم	۸
آهن	۵
کلسیم	۳/۵
سدیم	۳
پتاسیم	۲/۵
منیزیم	۲
تمام عناصر دیگر	۱

e ⏭ عناصر elements

عناصر طبیعی

نود عنصر طبیعی در زمین وجود دارد که هیدروژن سبک‌ترین و اورانیوم سنگین‌ترین آن‌ها است. آلومینیوم، کربن، مس و اکسیژن از دیگر عناصر آشنا هستند. هرچیزی بر روی زمین از یک یا چند عنصر تشکیل شده است. اکسیژن فراوان‌ترین عنصر زمین و هیدروژن فراوان‌ترین عنصر کیهان است.

دمای بسیار بالای هسته‌ی ستاره عناصر سبک‌تر را در هم فشرده می‌کند و عناصر سنگین‌تری به‌وجود می‌آورد

آلومینیوم ◄
آلومینیوم یکی از عناصری است که در زمین فراوان یافت می‌شود اما هیچ وقت به تنهایی یافت نمی‌شود. باید آن را از سنگ‌هایی به‌نام سنگ‌معدن استخراج کرد. فرایند استخراج آلومینیوم بسیار دشوار است و این فلز در گذشته یکی از فلزات با ارزش حتی با ارزش‌تر از طلا - به‌حساب می‌آمد. امروزه استخراج آن بسیار آسان شده است و آلومینیوم تقریباً در تمام وسایل روزمره‌ی زندگی به‌کار می‌رود.

یک سوپرنووا می‌تواند در طول چندین هفته نوری فراتر از تمام کهکشان به اطراف بپراکند

عناصر ایجادشده در یک سوپرنووا ستاره‌های جدیدی به‌وجود می‌آورند

آلومینیوم جامد در محلی که مقداری سنگ معدن مذاب سر ریز و خنک شده است

آلومینیوم مایع به درون قالب‌ها ریخته و شمش آلومینیوم تولید می‌شود

عناصر مصنوعی

به‌طور طبیعی، عنصری سنگین‌تر از اورانیوم یافت نمی‌شود. اما دانشمندان می‌توانند دو عنصر سبک‌تر را در سرعت‌های بالا به یکدیگر برخورد داده و عنصر جدید و سنگین‌تری به‌وجود آورند. بسیاری از عناصری که به این صورت ساخته می‌شوند تقریباً بلافاصله از هم می‌پاشند و تجزیه می‌شوند، گرچه بعضی از آن‌ها تا چندین روز و حتی چندین هفته دوام می‌آورند. دانشمندان با ساخت این عناصر سعی دارند چگونگی تشکیل عناصر و تغییر آن‌ها را با سنگین‌ترشدن مطالعه کنند. پلوتونیوم و آینشتاینیوم از جمله عناصر مصنوعی هستند.

حلقه‌ی سیکلوترون که در آن، ذرات با سرعت بالا به یکدیگر برخورد می‌کنند تا ذرات جدید و سنگین‌تر ساخته می‌شوند

▲ **سیکلوترون**
دانشمندان عناصر مصنوعی را در سیکلوترون ایجاد می‌کنند. سیکلوترون شامل یک مسیر دایره‌ای است که ذرات در آن رها شده و سرعت بسیار بالایی به آن‌ها داده می‌شود و سپس به‌طرف هدف، که عنصر دیگری است، پرتاب می‌شوند و با برخورد با آن، عنصر جدیدی به‌وجود می‌آید. در سیکلوترون‌های بسیار بزرگ، حلقه‌ی حرکت عناصر چندین کیلومتر پهنا دارد و سرعت ذرات تا ۲۲۵۰۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ اتم‌ها ۲۴ ● جدول تناوبی۲۶ ● فلزات ۳۴ ● هیدروژن ۳۸ ● اکسیژن ۳۹ ● سوپرنوواها ۱۶۹

اتم‌ها

اتم کوچک‌ترین قسمت یک عنصر است که می‌تواند به تنهایی وجود داشته باشد. مثلاً مس از اتم‌های مس تشکیل شده است که با اتم‌هایی که اکسیژن را می‌سازند تفاوت دارند. اتم‌ها آنقدر کوچکند که نقطه‌ی انتهای این جمله حدود ۲۰ میلیون برابر اندازه‌ی یک اتم است. در داخل اتم، ذرات کوچک‌تری وجود دارد که به آن‌ها ذرات اتمی می‌گویند. اتم شامل یک هسته است که پروتون‌ها و نوترون‌ها در آن قرار دارند و الکترون‌ها به دور آن می‌چرخند.



نیلز بور

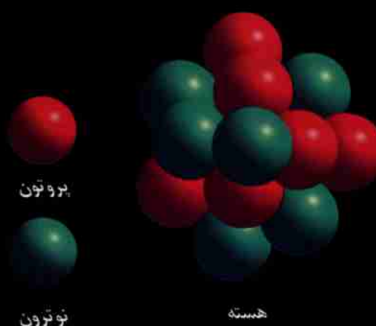
دانمارکی، ۱۸۸۵–۱۹۶۲

بور، در ۱۹۱۳، مدل ساختار اتمی خود را منتشر کرد. در این مدل، الکترون‌ها در مدارهایی به‌دور هسته‌ی مرکزی می‌چرخند. او همچنین نظریه‌ی پوسته‌ی الکترونی را مطرح کرد که می‌گوید خواص یک اتم بستگی به چگونگی استقرار الکترون‌ها در پوسته‌ی آن دارد. بور در سال ۱۹۲۲ جایزه‌ی نوبل فیزیک را دریافت کرد.



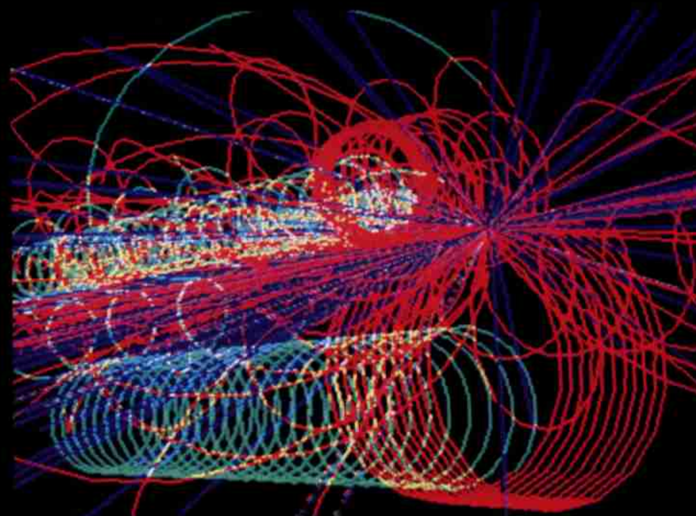
▲ استادیوم فوتبال

فرض کنید یک اتم تا اندازه‌ی یک استادیوم فوتبال بزرگ‌نمایی شده باشد. هسته اتم به اندازه‌ی یک نخود در وسط استادیوم خواهد بود و الکترون‌ها در جایگاه‌های بیرونی می‌چرخند. فضای بین الکترون‌ها تا هسته خالی است.



هسته ◄

هسته‌ی اتم توده‌ی فشرده‌ای از پروتون‌ها و نوترون‌ها است. هسته‌ی این اتم کربن ۶ پروتون و ۶ نوترون دارد پروتون‌ها بار الکتریکی مثبت دارند و نوترون‌ها از نظر الکتریکی خنثی هستند. یعنی هیچ بار الکتریکی ندارند. پروتون‌های مثبت معمولاً باید یکدیگر را دفع کنند اما نیروی نگهدارنده‌ی هسته، آن‌ها را در کنار یکدیگر حفظ می‌کند.



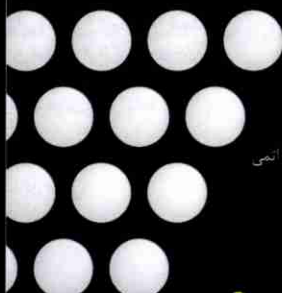
◄ مسیرهای حرکت ذرات

دانشمندان اتمی ذرات درون اتم‌ها را در سرعت‌های بالا در یک دستگاه مخصوص با یکدیگر برخورد می‌دهند تا کشف کنند که ذرات از چه چیزی ساخته شده‌اند. این ذرات به ذرات کوچک‌تری تقسیم می‌شوند. برخورد آن‌ها با یکدیگر مسیرهایی را باقی می‌گذارد که توسط رایانه به‌صورت یک تصویر ارائه می‌شود. هر ذره مسیر خاص خود را دارد.

هر الکترون مدار
متفاوتی دارد

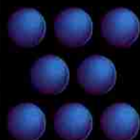
جرم اتمی

اتم‌های عناصر مختلف جرم‌های متفاوت دارند. جرم هر عنصر بستگی به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته‌ی آن دارد. یک اتم هیدروژن دارای یک پروتون است و نوترون ندارد، بنابر این جرم اتمی آن ۱ است. هر چه جرم اتمی یک اتم بالاتر باشد آن اتم سنگین‌تر ولی کوچک‌تر خواهد بود.



جرم یک اتم گوگرد ۳۲ برابر یک اتم هیدروژن است

۳۲ هیدروژن = ۱ گوگرد



جرم یک اتم گوگرد برابر جرم ۸ اتم هلیوم است

۸ هلیوم = ۱ گوگرد

جرم یک اتم گوگرد برابر با جرم ۲ اتم اکسیژن است

۲ اکسیژن = ۱ گوگرد

◀ عدد اتمی

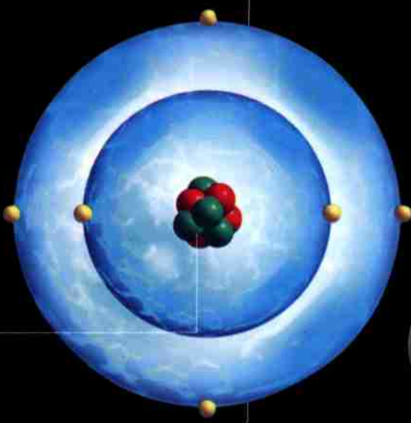
هر عنصر عدد اتمی متفاوتی دارد. عدد اتمی تعداد پروتون‌های هسته‌ی یک اتم است. اتم کربن شش پروتون در هسته‌ی خود دارد، بنابراین عدد اتمی آن ۶ است. اگر تعداد پروتون‌های هسته تغییر کند، اتم به عنصر کاملا متفاوتی با ویژگی‌های متفاوت تبدیل خواهد شد.

◀ نیروی اتم

الکترون‌ها، که بار منفی دارند، به‌وسیله‌ی نیرویی به‌نام نیروی الکترومغناطیس به‌دور هسته نگهداری می‌شوند. نیروی هسته، که پروتون‌ها و نوترون‌ها را در هسته نگه می‌دارد، بزرگ‌ترین نیرو در طبیعت است. این نیرو ۱۰۰ برابر بزرگ‌تر از نیروی الکترومغناطیس است.

بارهای الکتریکی

اتم معمولاً از نظر الکتریکی خنثی است، یعنی تعداد پروتون‌های مثبت و الکترون‌های منفی آن یکسان است؛ در نتیجه بارهای الکتریکی می‌توانند یکدیگر را خنثی کنند. مثلاً اتم کربن همیشه ۶ پروتون و ۶ الکترون و معمولاً ۶ نوترون دارد - گر چه اتم‌های مختلف کربن می‌توانند تعداد نوترون‌های دیگری هم داشته باشند.



٦ پروتون با بار الکتریکی مثبت

٦ نوترون بدون هیچ بار الکتریکی

٦ الکترون با بار الکتریکی منفی

هسته‌ی کربن ۶ پروتون، ۶ نوترون دارد

الکترون به‌دور هسته می‌چرخد

مدار هر الکترون به‌دور هسته در تمام اتم‌های یک عنصر یکسان است

لایه‌ی بیرونی چهار الکترون دارد

لایه‌ی درونی دو الکترون دارد

e ⏭ اتم‌ها atoms

نیز نگاه کنید به ◀◀ ماده ۱۰-۱۱ ● عناصر ۲۲-۲۳ ● جدول تناوبی ۲۶-۲۷ ● نیرو ۶۴-۶۵

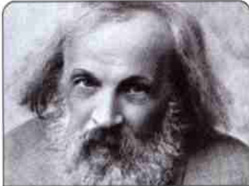
جدول تناوبی

جدول تناوبی در نگاه اول به‌نظر بسیار پیچیده می‌آید. این جدول حاوی تمام عناصری است که وجود دارد. عناصر به ترتیب عدد اتمی آن‌ها مرتب شده‌اند. عدد اتمی تعداد پروتون‌های هسته‌ی هر اتم است. عناصری که ویژگی‌های مشابه دارند در یک گروه قرار گرفته‌اند. ردیف‌های جدول از چپ به راست و ستون‌های آن از بالا به پایین مرتب شده‌اند. ردیف‌ها را **تناوب**ها و ستون‌ها را **گروه**ها می‌گویند.

راهنما

عناصرجدول تناوبی را می‌توان با کدهای رنگی دسته‌بندی کرد. هر رنگ برای یکی از ۹ گروه به‌کار رفته است. هیدروژن به هیچ یک از ۹ گروه تعلق ندارد.

- فلزات قلیایی
- فلزات قلیایی-خاکی
- فلزات انتقالی
- عناصر خاکی کمیاب
- عناصر خاکی- رادیواکتیو کمیاب
- فلزات دیگر
- شبه فلزات
- غیرفلزات
- گازهای نادر
- هیدروژن



دیمیتری مندلیف
روسی، ۱۸۳۴–۱۹۰۷
این شیمیدان مطمئن بود که عناصر دارای ترتیب خاص هستند. او اطلاعات مربوط به عناصر را جمع‌آوری و در سال ۱۸۶۹ جدولی تنظیم کردکه جدول کنونی تناوبی عناصر براساس آن تنظیم شده است. در آن زمان او بعضی خانه‌ها را خالی گذاشت چون حدس می‌زد عناصر آن‌ها بعداً پیدا خواهند شد. از جمله گالیم، جرمنیم و اسکاندیم.

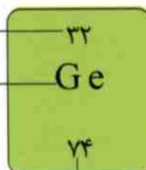
◀ جدول تناوبی
هیدروژن اولین عنصر جدول است چون فقط یک پروتون در هسته‌ی خود دارد. هلیوم (He) دومین عنصر است چون دو پروتون دارد و به همین ترتیب... جدول تناوبی را می‌توان با کدهای رنگی نشان داد. اغلب دانشمندان به هر گروه یک رنگ را اختصاص می‌دهند تا عناصر آن گروه را به‌آسانی بتوان تشخیص داد.

۱ H ۱																	۲ He ۴
۳ Li ۷	۴ Be ۹											۵ B ۱۱	۶ C ۱۲	۷ N ۱۴	۸ O ۱۶	۹ F ۱۹	۱۰ Ne ۲۰
۱۱ Na ۲۳	۱۲ Mg ۲۴											۱۳ Al ۲۷	۱۴ Si ۲۸	۱۵ P ۳۱	۱۶ S ۳۲	۱۷ Cl ۳۵	۱۸ Ar ۴۰
۱۹ K ۳۹	۲۰ Ca ۴۰	۲۱ Sc ۴۵	۲۲ Ti ۴۸	۲۳ V ۵۱	۲۴ Cr ۵۲	۲۵ Mn ۵۵	۲۶ Fe ۵۶	۲۷ Co ۵۹	۲۸ Ni ۵۸	۲۹ Cu ۶۳	۳۰ Zn ۶۴	۳۱ Ga ۶۹	۳۲ Ge ۷۴	۳۳ As ۷۵	۳۴ Se ۸۰	۳۵ Br ۷۹	۳۶ Kr ۸۴
۳۷ Rb ۸۵	۳۸ Sr ۸۸	۳۹ Y ۸۹	۴۰ Zr ۹۰	۴۱ Nb ۹۳	۴۲ Mo ۹۸	۴۳ Tc ۹۷	۴۴ Ru ۱۰۲	۴۵ Rh ۱۰۳	۴۶ Pd ۱۰۶	۴۷ Ag ۱۰۷	۴۸ Cd ۱۱۴	۴۹ In ۱۱۵	۵۰ Sn ۱۲۰	۵۱ Sb ۱۲۱	۵۲ Te ۱۳۰	۵۳ I ۱۲۷	۵۴ Xe ۱۳۲
۵۵ Cs ۱۳۳	۵۶ Ba ۱۳۸	۵۷–۷۱	۷۲ Hf ۱۸۰	۷۳ Ta ۱۸۱	۷۴ W ۱۸۴	۷۵ Re ۱۸۷	۷۶ Os ۱۹۲	۷۷ Ir ۱۹۳	۷۸ Pt ۱۹۵	۷۹ Au ۱۹۷	۸۰ Hg ۲۰۲	۸۱ Ti ۲۰۵	۸۲ Pb ۲۰۸	۸۳ Bi ۲۰۹	۸۴ Po ۲۰۹	۸۵ At ۲۱۰	۸۶ Rn ۲۲۲
۸۷ Fr ۲۲۳	۸۸ Ra ۲۲۶	۸۹–۱۰۳	۱۰۴ Unq ۲۶۰	۱۰۵ Unp ۲۶۲	۱۰۶ Unh ۲۶۳	۱۰۷ Uns ۲۶۲	۱۰۸ Uno ۲۶۵	۱۰۹ Une ۲۶۶									

۵۷ La ۱۳۹	۵۸ Ce ۱۴۰	۵۹ Pr ۱۴۱	۶۰ Nd ۱۴۲	۶۱ Pm ۱۴۵	۶۲ Sm ۱۵۲	۶۳ Eu ۱۵۳	۶۴ Gd ۱۵۸	۶۵ Tb ۱۵۹	۶۶ Dy ۱۶۴	۶۷ Ho ۱۶۵	۶۸ Er ۱۶۸	۶۹ Tm ۱۶۹	۷۰ Yb ۱۷۴	۷۱ Lu ۱۷۵
۸۹ Ac ۲۲۷	۹۰ Th ۲۳۲	۹۱ Pa ۲۳۱	۹۲ U ۲۳۸	۹۳ Np ۲۳۷	۹۴ Pu ۲۴۴	۹۵ Am ۲۴۳	۹۶ Cm ۲۴۷	۹۷ Bk ۲۴۷	۹۸ Cf ۲۵۱	۹۹ Es ۲۵۴	۱۰۰ Fm ۲۵۷	۱۰۱ Md ۲۵۸	۱۰۲ No ۲۵۵	۱۰۳ Lr ۲۵۶

e ▶▶▶ جدول تناوبی periodic table

عدد اتمی
تعداد پروتون‌های هسته‌ی اتم است



نماد برای استفاده در معادلات شیمیایی

عدد جرمی (جرم اتمی) تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته است

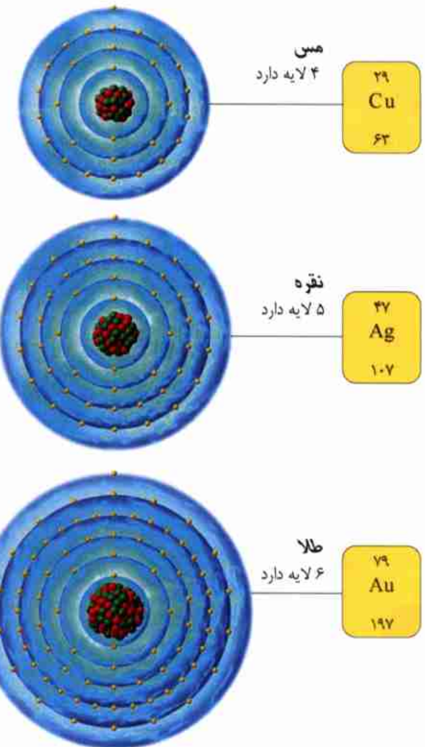
نماد ◀
هر عنصر یک نماد خـــاص دارد که در معادلات شیمیایی از آن استفاده می شود. این نماد اغلب از اولین یا دو حرف اول اسم عنصر گرفته شده است؛ اما در بعضی موارد برگرفته از یک نام لاتین است. به هر نماد یک عدد اتمی و یک عدد جرمی اختصاص داده شده است.

◀ گالیوم
یکی از عناصری که مندلیف جای آن‌ها را در جدول تناوبی خود خالی گذاشت گالیوم (عنصر ۳۱) بود. مندلیف آن را اکا آلومینیوم نامید زیرا فکر می‌کرد ویژگی‌هایی مشابه آلومینیوم داشته باشد. در ۱۸۷۵، لیکودی بویبادرا شیمیدان فرانسوی، گالیوم را کشف کرد. گالیوم دقیقاً همان ویژگی‌های پیش بینی شده توسط مندلیف را دارد؛ فلزی نرم، نقره‌ای با نقطه‌ی ذوب ۲۹/۸ درجه سانتیگراد است.

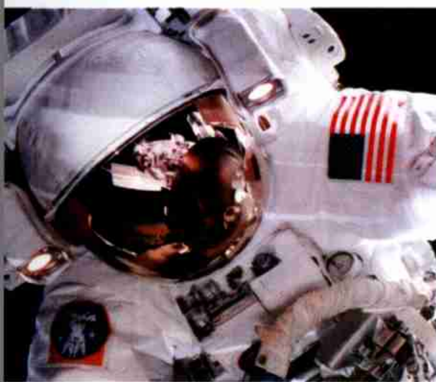


گروه‌ها

در جدول تناوبی ۱۸ گروه (ستون) وجود دارد. گروه ۱ (معروف به فلزات قلیایی) ستون سمت چپ جدول است. عناصر هر گروه ویژگی‌های مشابه ولی نه دقیقاً یکسان دارند. علت تشابه آن‌ها این است که تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین پوسته‌ی آن‌ها یکسان است. اگر بدانیم یک عنصر به کدام گروه تعلق دارد، می‌توانیم بسیاری از ویژگی‌های آن را معین کنیم.



◀ افزایش اندازه
هر چه در یک ستون پایین‌تر برویم، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته بیشتر خواهد شد و یک پوسته‌ی جدید الکترون به آن اضافه می‌شود. ذرات اضافی موجب سنگین‌ترشدن اتم و پوسته‌ی الکترونی موجب بزرگ‌تر و حجیم‌ترشدن اتم می‌شود.

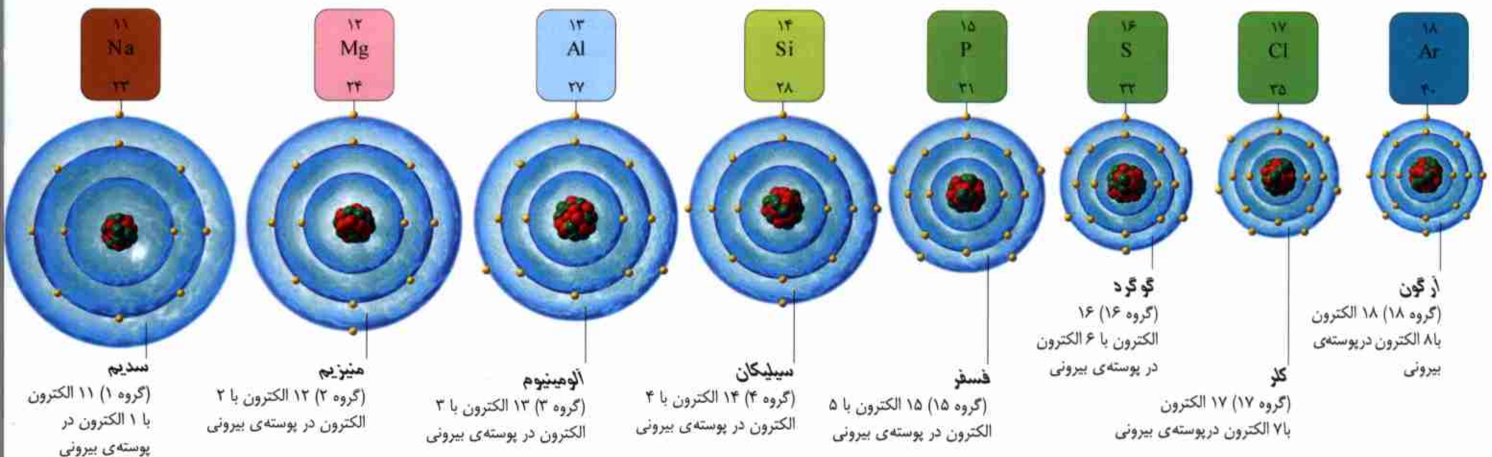


فلز در فضا ◀
نقاب کلاه فضانورد آب طلا داده می‌شود تا نور خورشید را منعکس کند. این فلز براق و سخت و فاسد نشدنی زنگ نمی‌زند و مناسب‌ترین عنصر برای استفاده در فضاست که مواد را به آسانی نمی‌توان جایگزین کرد. طلا، مس و نقره به گروه ۱۱ تعلق دارند. فلزات گروه ۱۱ را فلزات سکه‌ای هم می‌گویند چون در ضرب سکه‌ها استفاده می‌شوند.

تناوب‌ها

ویژگی‌های عناصر در عرض تناوب‌ها به‌تدریج تغییر می‌کنند. اولین و آخرین عنصر هر ردیف بسیار متفاوت هستند. اولین عنصر یک عنصر جامد و واکنش‌پذیر است یعنی همراه با اکسیژن می‌سوزد؛ و آخرین عنصر یک گاز واکنش‌ناپذیر است. اما تعداد لایه‌های الکترونی در همه‌ی آن‌ها مساوی است. مثلاً، تمام عناصر ردیف (تناوب) سوم ۳ لایه‌ی الکترونی دارند.

▼ کاهش اندازه
در جدول تناوبی، اتم‌های عناصر از چپ به راست به‌تدریج اندکی سنگین‌تر ولی کوچک‌تر می‌شوند. این بدان دلیل است که تعداد پوسته‌های الکترونی در هر ردیف (تناوب) ثابت هستند اما هر عنصر نسبت به عنصر قبل از خود پروتون‌های بیشتری در هسته دارد. هر چه نیروی جاذبه‌ی پروتون‌های مثبت قوی‌تر باشد الکترون‌های منفی را بیشتر به‌سمت مرکز می‌کشاند.



سدیم (گروه ۱) ۱۱ الکترون با ۱ الکترون در پوسته‌ی بیرونی

منیزیم (گروه ۲) ۱۲ الکترون با ۲ الکترون در پوسته‌ی بیرونی

آلومینیوم (گروه ۳) ۱۳ الکترون با ۳ الکترون در پوسته‌ی بیرونی

سیلیکان (گروه ۴) ۱۴ الکترون با ۴ الکترون در پوسته‌ی بیرونی

فسفر (گروه ۱۵) ۱۵ الکترون با ۵ الکترون در پوسته‌ی بیرونی

گوگرد (گروه ۱۶) ۱۶ الکترون با ۶ الکترون در پوسته‌ی بیرونی

کلر (گروه ۱۷) ۱۷ الکترون با ۷ الکترون درپوسته‌ی بیرونی

آرگون (گروه ۱۸) ۱۸ الکترون با ۸ الکترون درپوسته‌ی بیرونی



▲ منگنز وزوزو
منگنز فلزی بسیار واکنش پذیر است. این فلز در مجاورت آب به‌شدت واکنش نشان می‌دهد و در هوا به‌سرعت می‌سوزد. به‌همین دلیل منگنز هیچگاه به‌طور خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و همواره در ترکیب با عناصر دیگر وجود دارد.

کبریت فسفری ◀
فسفر یک غیرفلز است. جامد، مایل به زرد، نرم و اندکی شفاف است. این عنصر نیز مانند منگنز واکنش پذیری بالایی دارد. به همین دلیل، از ترکیبات گوگرد در نوک چوب کبریت استفاده می‌شود. فسفر در تاریکی می‌درخشد که به این پدیده فسفرسانس (درخشش فسفری) می‌گویند.

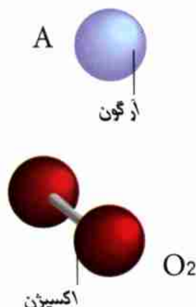


◀ آرگون واکنش ناپذیر
آرگون بسیار واکنش ناپذیر است و با عناصر دیگر ترکیب نمی‌شود. در جوشکاری قوسی هنگام ذوب فلزات با یکدیگر آن‌ها را در فضای آکنده از آرگون قرار می‌دهند. آرگون موجب دور ماندن اکسیژن می‌شود و در نتیجه اکسیژن نمی‌تواند با فلزات ذوب شده واکنش انجام دهد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ عناصر ۲۲-۲۳ • اتم‌ها ۲۴-۲۵ • واکنش‌های شیمیایی ۳۰-۳۱ • فلزات ۳۴-۳۵

ملکول‌ها

بیشتر اتم‌ها از طریق **پیوند شیمیایی** به اتم‌های دیگر می‌پیوندند تا ذرات بزرگ‌تری به‌نام ملکول به‌وجود آورند. ملکول می‌تواند پیوند اتم‌های یک عنصر و یا اتم‌های عناصر مختلف باشد. موادی که ملکول‌هایشان حاوی اتم‌های مختلف هستند مرکب نامیده می‌شوند. واکنش‌های شیمیایی موجب **تغییر ملکول‌ها** می‌شوند که در این فرایند، ملکول‌های جدید و در نتیجه، ترکیبات جدید به‌وجود می‌آید.



انواع ملکول ◄
ملکول می‌تواند ساده یا مرکب باشد. همچنین می‌تواند فقط از یک اتم تشکیل شده باشد. عنصر آرگون یک ملکول یک اتمی است. دیگر ملکول‌ها می‌توانند از دو اتم یک عنصر خاص تشکیل شده باشند. ملکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن تشکیل شده است. اما در شرایط خاص، ممکن است ۳ اتم اکسیژن به یکدیگر بپیوندند و ملکولی به‌نام ازون به‌وجود آید.





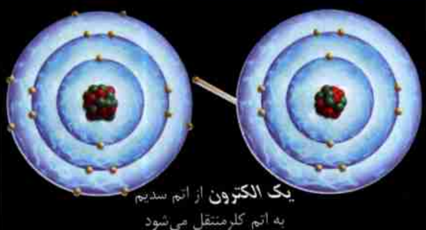
▲ ملکول ساده
ملکول‌های آب بسیار ساده هستند. آن‌ها از دو اتم هیدروژن (H) و یک اتم اکسیژن (O) تشکیل شده‌اند. تمام ملکول‌های آب یکسان هستند اما با ملکول‌های مواد دیگر فرق دارند. یک ملکول آب کوچک‌ترین مقدار ممکن از آب است. می‌توانید آن را به قسمت‌های کوچک‌تر تقسیم کنید اما دیگر آب نخواهد بود. نمادهایی که دانشمندان برای نشان دادن ملکول‌ها به‌کار می‌برند فرمول‌های شیمیایی گفته می‌شود.

پیوند شیمیایی

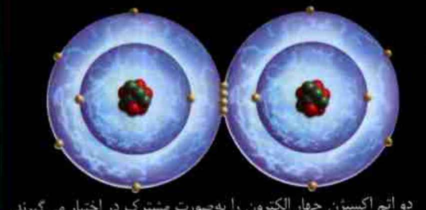
اتم‌های یک ملکول به‌وسیله‌ی پیوندهای شیمیایی به یکدیگر می‌چسبند. این پیوندها به‌واسطه‌ی شراکت یا مبادله‌ی الکترون بین اتم‌ها شکل می‌گیرند. در پیوند شیمیایی فقط الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه دخالت دارند. اتم‌های مختلف با استفاده از این الکترون‌ها یکی از سه نوع پیوند مختلف را تشکیل می‌دهند: پیوند یونی، پیوند کووالانت یا پیوند فلزی.

پیوندهای مختلف بین اتم‌ها

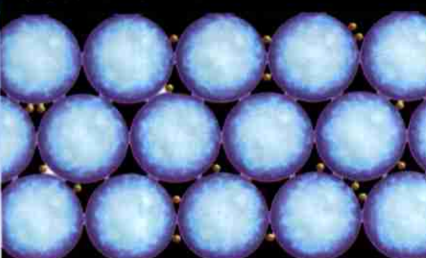
پیوند یونی
در پیوند یونی، الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌شوند. در ترکیب سدیم و کلر برای تشکیل کلرید سدیم یا نمک طعام، اتم سدیم یک الکترون از دست می‌دهد و بار مثبت می‌گیرد؛ ولی اتم کلر یک الکترون می‌گیرد و بارش منفی می‌شود. پیوندهای یونی را به‌سختی می‌توان شکست و ترکیباتی که پیوند یونی دارند معمولاً جامدند و نقطه‌ی ذوب بالایی دارند.

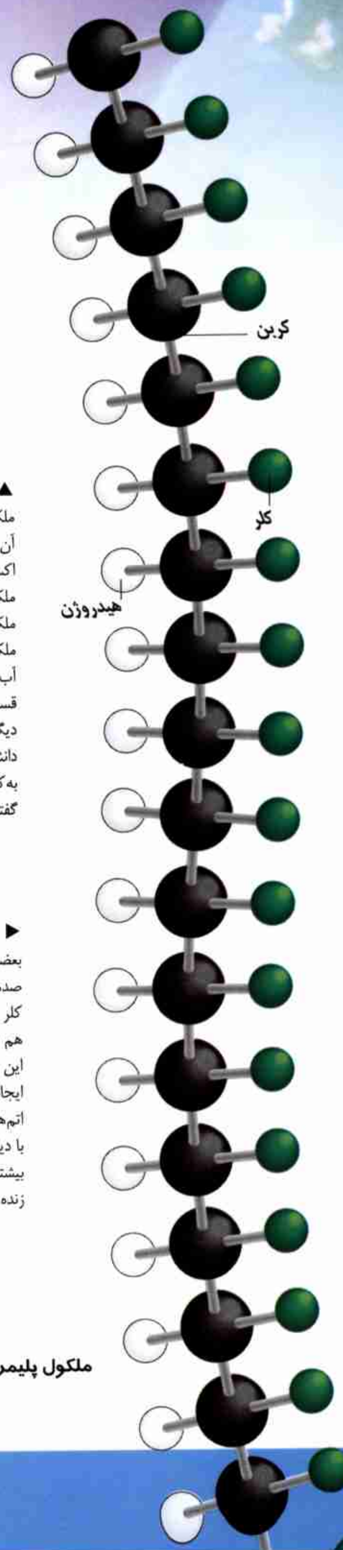


پیوند کووالانت
در پیوند کووالانت الکترون‌ها بین دو اتم به شراکت گذاشته می‌شوند. وقتی دو اتم اکسیژن به یکدیگر می‌پیوندند تا ملکول اکسیژن تشکیل شود، آن‌ها چهار الکترون (دو الکترون از هر اتم اکسیژن) را به‌صورت مشترک استفاده می‌کنند. آب (H_2O) و دی اکسید کربن (CO_2) نمونه‌های دیگری از عناصر کووالانتی هستند. ترکیبات کووالانتی معمولاً مایع یا گاز با نقطه‌ی ذوب پایین هستند.



پیوند فلزی
فلزات از طریق پیوند فلزی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در این نوع پیوند تمام اتم‌ها الکترون‌هایشان را از دست می‌دهند و الکترون‌ها در یک فضای مشترک شناور می‌شوند. این الکترون‌ها می‌توانند آزادانه به هر طرف بروند و به‌همین دلیل است که فلزات می‌توانند گرما و الکتریسیته را منتقل کنند. وقتی یک قسمت از فلز گرم می‌شود، الکترون‌ها گرما را به‌سرعت به قسمت‌های دیگر می‌برند.



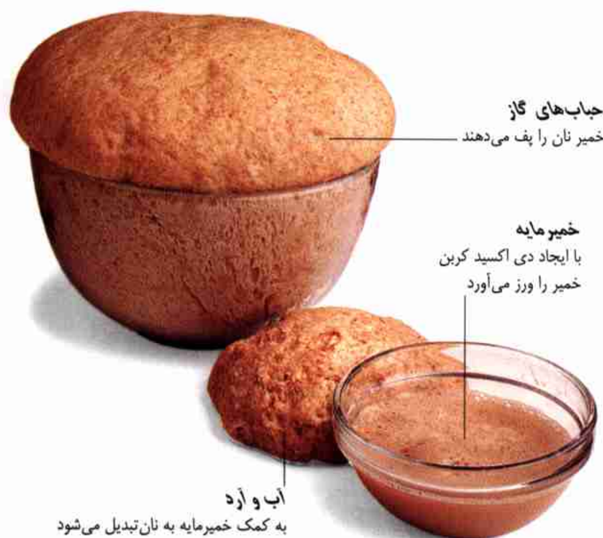


◄ ملکول مرکب
بعضی ملکول‌ها، مثل ملکول پلاستیک، صدها وحتی هزارها اتم کربن، هیدروژن و کلر و غیره دارند که در زنجیره‌های بلند و در هم تابیده به یکدیگر پیوند خورده‌اند. این ملکول‌های مرکب را پلیمر می‌گویند. ایجاد پلیمرها به آن دلیل ممکن است که اتم‌های کربن می‌توانند پیوندهای بسیارباثبات با دیگر اتم‌های کربن داشته باشند. بیشتر ملکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی موجودات زنده از پلیمرهای مرکب ساخته شده‌اند.

تغییر ملکول‌ها

ملکول‌های اطراف ما همواره در حال تغییر و بازترتیب اتم‌های خود در واکنش‌های شیمیایی به‌منظور تشکیل ملکول‌های جدید و ترکیبات جدید هستند. وقتی اکسیژن را به درون ریه‌های خود می‌کشیم در بدن دستخوش تغییراتی شیمیایی می‌شود و ترکیب جدیدی به‌نام دی اکسید کربن به‌وجود می‌آورد که در بازدم بیرون داده می‌شود. کاتالیزورها ملکول‌های خاصی هستند که واکنش‌های شیمیایی را سرعت می‌بخشند، ولی خود تغییر نمی‌کنند. به‌عنوان مثال، مبدل کاتالیزوری اتومبیل‌ها از آن‌ها استفاده می‌کند.

▲ انفجار اثرات ویژه (SFX)
انفجار اثرات ویژه یک واکنش شیمیایی است که انرژی آزاد می‌کند. کارگردان‌ها معمولاً می‌خواهند هر انفجار شکلی منحصر به خود داشته باشد. بنابر این متخصصین اثرات ویژه هر بار مقدار و نوع مواد منفجره را تغییرمی‌دهند. در هر واکنش شیمیایی، بعضی پیوندهای بین اتم‌ها شکسته می‌شود و پیوندهای جدیدی به‌وجود می‌آید. برای شکستن یک پیوند به انرژی نیاز است اما وقتی پیوندی تشکیل می‌شود انرژی آزاد می‌شود. بسته به نوع و تعداد پیوندهای شکسته و دوباره برقرار شده، واکنش می‌تواند انرژی بگیرد یا آزاد کند.

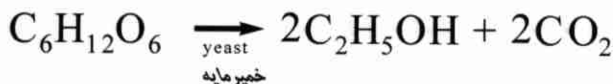


حباب‌های گاز
خمیر نان را پف می‌دهند

خمیرمایه
با ایجاد دی اکسید کربن خمیر را ورز می‌آورد

آب و آرد
به کمک خمیرمایه به نان‌تبدیل می‌شود

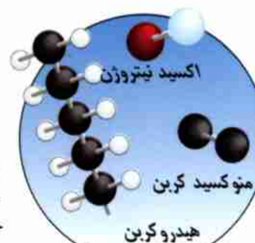
معادله‌ی شیمیایی برای واکنش خمیرمایه:



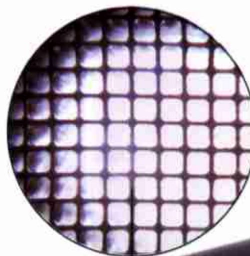
$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{yeast}]{} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

خمیرمایه

▲ آنزیم‌های درون آشپزخانه
آنزیم‌ها کاتالیزورهایی هستند که در طبیعت یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال، آنزیم‌های موجود در خمیرمایه موجب پف کردن خمیر می‌شود. وقتی خمیرمایه با آب گرم و شکر مخلوط شود شروع به رشد می‌کند و حباب‌های دی اکسید کربن تولید می شود. وقتی خمیرمایه به آب و آرد اضافه شود خمیر نان درست می‌شود و خمیر شروع به پف کردن می‌کند. حرارت نان را می‌پزد و خمیرمایه را از بین می‌برد. دانشمندان برای نشان دادن چگونگی تغییرات ملکولی در یک واکنش شیمیایی از معادلات شیمی استفاده می‌کنند.



گازهای دود
موتور حاوی آلاینده‌های خطرناک هستند



کاتالیزور
ساخته شده از فلزات پلاتینوم و رادیوم





واکنش‌ها در مبدل گازهای نسبتاً کم زیان‌تری ایجاد می‌کنند

▲ مبدل کاتالیزوری
وقتی بنزین در موتور اتومبیل می‌سوزد گازهای زیانبار تولید می‌شود. در اتومبیل‌ها یک مبدل کاتالیزوری نصب می‌کنند تا گازهای زیانبار را به گازهای کم ضررتر تبدیل کنند. وقتی ملکول‌های دود وارد مبدل کاتالیزوری می‌شوند پیوندهای موقت با سطح کاتالیزور برقرار می‌کنند. این امر آن‌ها را در تماس نزدیک‌تری با یکدیگر قرار می‌دهد و گازهای جدید و ایمن‌تری به‌وجود می‌آورد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ عناصر ۲۲-۲۳ ● اتم‌ها ۲۴-۲۵ ● واکنش‌های شیمیایی ۳۰-۳۱

واکنش‌های شیمیایی

در یک واکنش شیمیایی ملکول‌های یک ماده از هم جدا می‌شوند و به ملکول‌های ماده‌ی دیگر پیوند می‌خورند تا ترکیب جدیدی به‌وجود آید. بسیاری از واکنش‌های شیمیایی **تغییرات برگشت‌ناپذیر**ند. شما نمی‌توانید نان پخته را دوباره به مواد خام سازنده‌ی آن تبدیل کنید. اما بعضی از واکنش‌های شیمیایی را می‌توان برگشت داد و دوباره به مواد اولیه دست یافت. این واکنش‌ها را **برگشت‌پذیر** می‌گویند.

تغییر شیمیایی ◄
وقتی آهن و منیزیم در یک فشفشه می‌سوزند، با اکسیژن واکنش انجام می‌دهند و خاکستر و دود تولید می شود. علاوه بر آن، مقداری گرما، نور و صدا هم ایجاد می‌شود. تغییرات شیمیایی مواد جدیدی به‌وجود می‌آورند. آن‌ها همچنین معمولاً یا انرژی (مثل نور و گرما) می‌گیرند و یا آزاد می‌کنند، چون پیوندهای شیمیایی یا شکسته و یا برقرار شده‌اند.



بستنی یخ زده
از نظر شیمیایی با مایع آن یکسان است

◄ تغییر فیزیکی
ذوب شدن بستنی یخی، نمونه‌ای از یک تغییر فیزیکی است. مایع حاصل از ذوب بستنی، ماده‌ی جدیدی نیست بلکه شکل دیگری از همان ماده‌ی قبلی است. در تغییرات فیزیکی ماده‌ی جدیدی ایجاد نمی‌شود چون هیچ پیوند شیمیایی شکسته و یا برقرار نمی‌شود. ذوب شدن، یخ زدن، پاره شدن، خم شدن و له شدن، تماماً تغییراتی فیزیکی هستند که شکل ظاهری ماده را عوض می کنند اما خصوصیات شیمیایی آن بدون تغییر می‌ماند.



بدنه‌ی کشتی در زیر آب
زنگ زده است

◄ بقای ماده
وقتی آهن زنگ می‌زند در واقع با اکسیژن اطراف ترکیب می‌شود و ترکیب جدیدی به‌نام اکسید آهن (زنگ) به‌وجود می‌آید. در اینجا نیز مثل هر واکنش شیمیایی دیگر، هیچ جرمی از دست نرفته و یا حاصل نشده است. همان اتم‌های مواد اولیه در مواد جدید نیز وجود دارند اما در جایگاه‌های متفاوت. اگر اکسید آهن در این کشتی زنگ زده را وزن کنید دقیقاً مساوی مجموع وزن آهن و اکسیژن اولیه خواهد بود.



$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

٦ اتم اکسیژن	٤ اتم آهن	٦ اتم اکسیژن	٤ اتم آهن

معادله‌ی شیمیایی برای زنگ زدن آهن



زنگ به‌صورت
یک لایه روی فلز قرار گرفته است

تغییر برگشت‌ناپذیر

بسیاری از واکنش‌های شیمیایی تغییراتی **برگشت ناپذیر**ند؛ یعنی تغییراتی دائمی هستند که نمی‌توان آن‌ها را معکوس کرد و نمی‌توانید ماده‌ی جدید را به مواد اولیه‌ی سازنده‌ی آن‌ها برگردانید. زنگ‌زدن یک تغییر برگشت ناپذیر است. اما اگر زنگ آهن را با پودر منیزیم ترکیب کنید واکنش شیمیایی دیگری رخ می‌دهد و آهن می‌تواند از زنگ استخراج شود.

سوختن ◄
سوختن یک تغییر شیمیایی برگشت ناپذیر است. وقتی چوب می‌سوزد، کربن موجود در آن با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود و خاکستر و دود به‌وجود می‌آید و انرژی به شکل نور و حرارت آزاد می‌گردد. این یک تغییر دائمی است که اصلاً نمی‌تواند معکوس شود؛ یعنی شما هیچ وقت نمی‌توانید خاکستر و دود را به چوب تبدیل کنید.



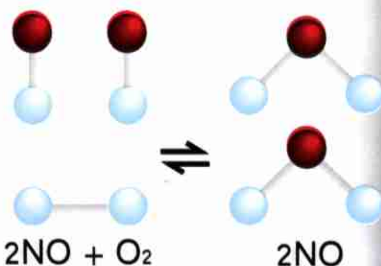
► تجزیه
تجزیه‌ی غذا یک واکنش برگشت ناپذیر است. موجودات ریز زنده به‌نام میکروارگانیسم‌ها غذا را می‌خورند و آن را به مواد دیگری از جمله ترکیبات نیتروژنی و دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌کنند. غیر ممکن است که بتوان از غذای فاسد شده غذای تازه به‌وجود آورد. این فرایند را تجزیه می‌گویند زیرا ترکیبات پیچیده‌ی آن به ترکیبات ساده‌تر تغییر یافته‌اند.

فلفل دلمه‌ای تازه — فلفل دلمه‌ای فاسد (تجزیه) شده

تغییر برگشت‌پذیر

تعداد کمی از واکنش‌های شیمیایی را می‌توان برگشت داد؛ یعنی مواد سازنده‌ی اولیه‌ی آن را از ماده‌ی جدید استخراج کرد. این واکنش‌ها را **تغییرات برگشت‌پذیر** می‌گویند. این واکنش‌ها را واکنش‌های دوطرفه هم می‌گویند. هر دو واکنش در واقع به‌طور همزمان رخ می‌دهند؛ اما بسته به شرایط، یکی از آن‌ها نیرومندتر از دیگری خواهد بود.

► دی اکسید نیتروژن
وقتی دی اکسید نیتروژن حرارت داده شود در یک واکنش رو به جلو به دو گاز بی‌رنگ (منوکسید نیتروژن و گاز اکسیژن) تقسیم می‌شود. اما اگر این دو گاز بی رنگ را سرد کنیم دوباره به همان گاز قهوه‌ای روشن دی‌اکسیدنیتروژن تبدیل می‌شود. این را واکنش شیمیایی معکوس می‌نامند.



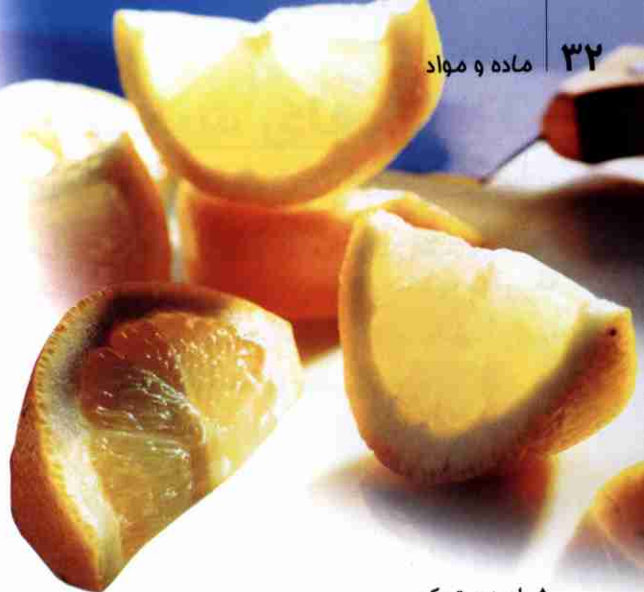


گاز دی اکسید نیتروژن — مونوکسید نیتروژن و گاز اکسیژن

نیز نگاه کنید به ◄◄ مخلوط‌ها ۱۸-۱۹ ● اتم‌ها ۲۴-۲۵ ● مولکول‌ها ۲۸-۲۹

اسیدها

طعم ترش خوراکی‌هایی مثل لیمو به‌دلیل وجود اسید در آن است. اسیدهای موجود در مواد خوراکی ضعیف هستند اما اگر با زخم تماس بگیرند می‌توانند سوزنده باشند. اسیدهای قوی مثل اسیدسولفوریک در باتری اتومبیل بسیار خطرناک‌تر هستند چون می‌توانند مواد را بسوزانند و سوراخ کنند. همه‌ی ترکیبات اسیدی هیدروژن دارند، در آب حل می‌شوند و ذراتی به‌نام یون هیدروژن تولید می‌کنند. هر چه تعداد یون‌های هیدروژن در یک اسید بیشتر باشد، آن اسید قوی‌تر است.



▲ اسید سیتریک
لیمو و مرکبات دیگر ترش مزه هستند زیرا اسید سیتریک دارند. اسید سیتریک برای طعم دادن به غذاها و نوشابه‌ها استفاده می شود. مرکبات اسید دیگری نیز دارند. که به آن، اسید اسکوربیک یا ویتامین ث می‌گویند که برای سلامت پوست و لثه‌ها لازم است.



آسیب ناشی از باران اسیدی ◄
حفره‌ها و سوراخ‌های روی بعضی مجسمه‌ها به‌وسیله‌ی اسیدهای موجود در آب باران به‌وجود آمده‌اند. آب باران همواره اندکی اسیدی است، زیرا دی‌اکسیدکربن هوا با آب ترکیب و اسیدکربنیک تولید می‌شود. علاوه براین، مناطق صنعتی مقادیر زیادی آلاینده، مانند دی اکسید سولفور، در هوا پراکنده می‌کنند. این آلاینده‌ها در ابرها با آب واکنش نشان داده و اسیدهای نیرومندی تولید می‌شود که با بعضی سنگ‌ها، به خصوص سنگ‌های آهکی، واکنش انجام می‌دهند.

قسمتی از سنگ که در معرض باران نبوده و تحت تأثیر باران اسیدی قرار نگرفته

قسمتی که در معرض‌باران بوده و به‌وسیله‌ی باران اسیدی آسیب دیده است

سوراخ ایجاد شده توسط اسیدهای موجود در باران و واکنش آن‌ها با سنگ مرمر



▲ حمام اسید
برای تمیز کردن قطعات ماشین آلات – مثل این بلبرنگ موتور جت – به حمام‌های اسیدی قوی نیاز است. اسیدها فلز را می‌خورند. هر قطعه‌ی فلزی را برای مدتی در اسید قرار می‌دهند تا لایه‌ی رویی آن، همراه با هر نوع زنگ زدگی یا کثافت، در اسید حل شود. سپس قطعه را به‌دقت می‌شویند تا هیچ اسیدی باقی نماند.

مایع اسیدی
کاغذ pH را صورتی می‌کند

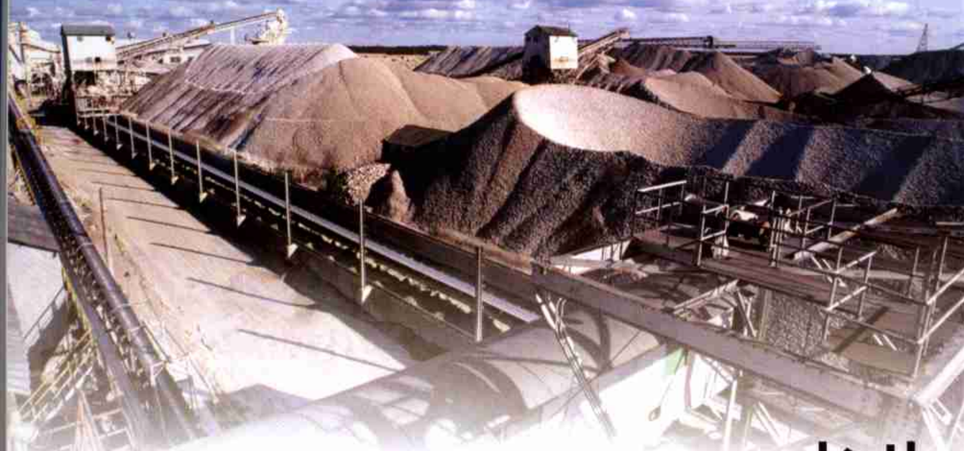
اسیدهای قوی
اسیدهایی چون اسید کلریدریک و اسید سولفوریک بسیار قوی هستند و pH آن‌ها حدود ۱ است.

PH۳ PH۲ PH۱

◄ مقیاس pH
دانشمندان از این مقیاس برای اندازه‌گیری قوت اسیدها و بازها استفاده می‌کنند. pH کلمه‌ی اختصاری برای "قدرت هیدروژن" است و تعداد یون‌های هیدروژن در یک مایع را اندازه‌گیری می‌کند. هر چه pH پایین‌تر باشد مایع اسیدی‌تر است. هر مایعی که pH بالاتر از ۷ داشته باشد قلیایی است.



نیز نگاه کنید به ◄◄ فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ ● آلودگی ۲۵۰



بازها

بسیاری از محصولات تمیزکننده، مثل صابون و جوهرنمک، باز هستند. بازها اسیدها را خنثی می‌کنند. قلیاها بازهایی هستند که در آب حل شده‌اند. بازهای قوی، مثل مایع سفیدکننده، بسیار خورنده بوده و پوست را می‌سوزانند. بازها حاوی ذراتی به‌نام یون هیدروکسید هستند و هر چه تعداد یون‌های هیدروکسید بیشتر باشد، باز قوی‌تر است.

▲ سنگ آهک
سنگ آهک باز مهمی است که از معادن زمین استخراج می‌شود. این سنگ‌ها از کربنات کلسیمی به‌وجود می‌آیند که میلیون‌ها سال قبل از بقایای فشرده شده‌ی صدف‌ها و دیگر موجودات دریایی تشکیل شده‌اند. سنگ آهک را پس از استخراج خرد کرده و برای ساختن سیمان، کودهای شیمیایی، رنگ‌ها و انواع سرامیک استفاده می‌کنند.



◀ نیش زنبور
تصور می‌شد که نیش زنبور حاوی یک باز است. در واقع، سم زنبور حاوی پروتئین پیچیده‌ای است که خنثی می‌باشد. یعنی سم زنبور نه باز است و نه اسید. زنبور پوست را با نیش توخالی خود سوراخ و پروتئین درون سم خود را به داخل زخم تزریق می‌کند. پروتئین حاوی ترکیباتی است که موجب درد و ورم می‌شود.





خنثی سازی ◀
بسیاری از دریاچه‌های منطقه‌ی اسکاندیناوی به‌واسطه‌ی باران‌های اسیدی محتوای اسیدی بالایی دارند. آب اسیدی می‌تواند حیات وحش را آلوده و مسموم کند. این اسید را با اسپری‌کردن پودر آهک در دریاچه خنثی می‌کنند. در واکنش اسید با باز، آب و ترکیبی به نام نمک تولید می‌شود.



غده‌ی پوست حلزون
اسید سولفوریک تولید می‌کند

▲ حلزون دریایی
این حلزون دریایی برای حفاظت از خود اسیدی نیرومند به‌نام اسید سولفوریک ترشح می‌کند. اسید سولفوریک موجب می‌شود که جانور برای بسیاری از شکارچیان بد طعم باشد. مورچه‌ها و بعضی خارها نیز اسیدی به نام اسید متانوئیک دارند که برای دفاع از خود به‌کار می‌برند.





مواد شیمیایی
زیان بار



مواد شیمیایی
فرساینده

▲ علائم هشداردهنده
اسیدها و بازهای قوی بسیار سمی، فرساینده و سوزاننده‌اند. بنابراین ظرف‌های آن‌ها به نمادهای هشداردهنده مجهز می‌شوند. بعضی از این علائم چگونگی جابه‌جایی صحیح مواد شیمیایی را نشان می‌دهند. این علائم بر روی کامیون‌ها و تانکرهای حمل اسیدها و بازها نیز به‌کار گرفته می‌شوند تا در صورت تصادف و یا نشتی، گروه‌های امداد بدانند که چگونه باید با این مواد برخورد کنند.

مزه‌های تیز
سرکه حاوی اسید استیک است. این اسید زمانی که آب انگور در مجاورت هوا قرارگیرد به‌وجود می‌آید.
PH۴

PH۵

آب آشامیدنی
pH آب آشامیدنی می‌تواند از ۶ تا ۸ متغیر باشد، که بستگی به درصد گازها و کانی‌های حل شده در آن دارد.
PH۶

آب خالص
آب خالص یا آب مقطر خنثی است، یعنی نه اسیدی است و نه قلیایی.
PH۷

صابون
صابون‌ها از ترکیب یک اسید ضعیف با یک باز قوی ساخته می‌شوند وبه همین دلیل، کمی قلیایی بوده و pH آن‌ها حدود ۸ است.
PH۸

PH۹

مایعات تمیزکننده
مایعاتی که برای نظافت به کار می‌روند، مثل سفیدکننده ها و جوهرنمک، pHهایشان حدود ۱۰ است.
PH۱۰

نیز نگاه کنید به ◀◀ فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ ● آلودگی ۲۵۰ ● حشرات ۲۹۷ ● دفاع ۳۲۰-۳۲۱

فلزات

تقریباً سه چهارم عناصر روی زمین فلز هستند. عناصری هم وجود دارند که شاید فکر نکنیم فلز باشند – مثل کلسیم موجود در استخوان‌ها و سدیم در نمک طعام (کلرید سدیم). فلزات را براساس **خواص فلزی** آن‌ها، از جمله نقطه‌ی ذوب، تعریف می‌کنند. مخلوط این فلزات را **آلیاژ** می‌گویند. لحیم یکی از آلیاژها است که در لوله‌کشی و سیم‌کشی برای اتصال دادن فلزات استفاده می‌شود. این آلیاژ مخلوطی از قلع و سرب یا قلع و نقره است.

طلای مذاب در قالب‌هایی فولادی با اندازه‌های دقیقاً یکسان ریخته می‌شود

نقطه‌ی ذوب طلا ۱۰۶۳ درجه سانتیگراد است

قالب‌ها لب به لب پر می‌شود

طلا پس از خنک شدن در قالب‌ها به‌صورت شمش بیرون آورده می‌شود



◄ طلا در کوارتز
بعضی فلزات، مثل طلا، به‌صورت خالص در طبیعت یافت می‌شوند. طلا یک فلز واکنش ناپذیر است؛ بنابراین با عناصر دیگر ترکیب نمی‌شود. بیشتر فلزات واکنش پذیرترند و در ترکیب با عناصردیگر یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال، آهن معمولاً با اکسیژن ترکیب می‌شود. سنگ‌هایی که فلزات را از آن‌ها استخراج می‌کنند کانی یا سنگ معدن می‌گویند.

سنگ کوارتز یک سنگ معدن است

طلای خالص که با هیچ عنصر دیگری ترکیب نشده است.

◄ استخراج طلا
برای استخراج طلا از سنگ معدن، مقادیر زیادی از سنگ معدن را خرد و پودر می‌کنند. سپس این پودر را در یک محلول سیانیدی می‌ریزند. فقط طلای موجود در سنگ معدن در آن حل می‌شود. سپس با افزودن پودر روی (Zn) به محلول، طلا را از محلول خارج می‌کنند. سپس طلا را ذوب کرده و به‌صورت شمش در می‌آورند.

خواص فلزی

فلزات معمولاً جامد، براق، دارای نقطه‌ی ذوب بالا و رساناهای بسیار خوب گرما و الکتریسیته هستند. فلزات همچنین از خاصیت چکش‌خواری برخوردارند؛ یعنی می‌توان آن‌ها را با چکش به‌صورت ورقه و مفتول و حتی سیم درآورد. بیشتر آن‌ها محکم هستند و به‌سادگی شکسته نمی‌شوند. البته استثناهایی هم وجود دارد: مثلاً جیوه فلزی با نقطه‌ی جوش پایین و در دمای معمولی به‌صورت مایع است.



کلاف فولادی که باید به اندازه‌ی کافی نیرومند باشد تا کابل‌ها را نگه دارد

کابل‌های حاوی سیم‌های مسی برای هدایت الکتریسیته

◄ هادی‌های الکتریکی
خطوط انتقال نیرو که برق را به خانه‌ها، مدارس، ادارات و کارخانجات می‌آورند، متکی به مس هستند. مس فلزی سرخ مایل به نارنجی و یکی از بهترین رساناهای الکتریکی است. فلزات به این دلیل الکتریسیته را به‌خوبی هدایت می‌کنند که وقتی اتم‌های آن‌ها به‌یکدیگر می‌پیوندند الکترون‌های لایه‌های بیرونی آن‌ها آزادانه حرکت می‌کنند. با عبور الکتریسیته از یک قسمت فلز، الکترون‌ها به‌سرعت الکتریسیته را به دیگر قسمت‌ها منتقل می‌کنند.

آلیاژها

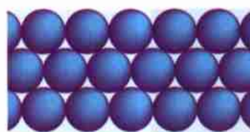
آلیاژ مخلوط دو یا چند فلز با خواصی است که آن را مفیدتر از هر یک از فلزها به‌صورت خالص می‌کند. مخلوط کروم و آهن خیلی بهتر از آهن خالص در مقابل زنگ‌زدگی مقاومت می‌کند. بیشتر آلیاژها از دو یا چند فلز ساخته شده‌اند؛ اما بعضی ممکن است یک عنصر غیرفلز هم داشته باشند. فولاد آلیاژی از آهن و کربن است. آلیاژها را با ذوب کردن اجزای آن‌ها در یکدیگر به‌دست می‌آورند. تغییر خواص مواد می‌تواند موجب تغییر خواص آلیاژ شود.



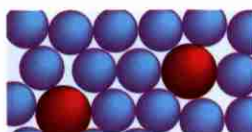
ذرات مس و قلع



▲ کنده کاری برنزی
برنز آلیاژی با ۹۰ درصد مس و ۱۰ درصد قلع است. با ریختن برنز مذاب در قالب‌ها اشیائی با ریزه‌کاری‌های فراوان ساخته می‌شود – مثل این قاب برنزی از آفریقای شمالی. برنز حدود ۶۰۰۰ سال قبل از کانی‌هایی حاوی مس و قلع به‌دست آمد. این آلیاژ بسیار سخت‌تر از مس خالص است. در آن دوره، برنز آنقدر گسترده و به مدتی چنان طولانی مورد استفاده قرار گرفت که آن دوره را عصر برنز نامیدند.



اتم‌ها در یک فلز خالص



اتم‌ها در یک آلیاژ

▲ آرایش اتم ها
در یک فلز خالص، اتم های یکسان در لایه هایی که قادر به سُر خوردن بر روی یکدیگر هستند قرار گرفته اند. به همین دلیل است که فلزات خالص اغلب قابلیت چکش خواری دارند. در یک آلیاژ، اتم هایی با اندازه های متفاوت در میان آرایش اتم های منظم نفوذ می کنند و باعث می شوند که سر خوردن لایه ها بر روی یکدیگر دشوارتر شود. بنابراین آلیاژ سخت تر و کم چکش خوارتر از فلز خالص است.



گروه‌های فلزات

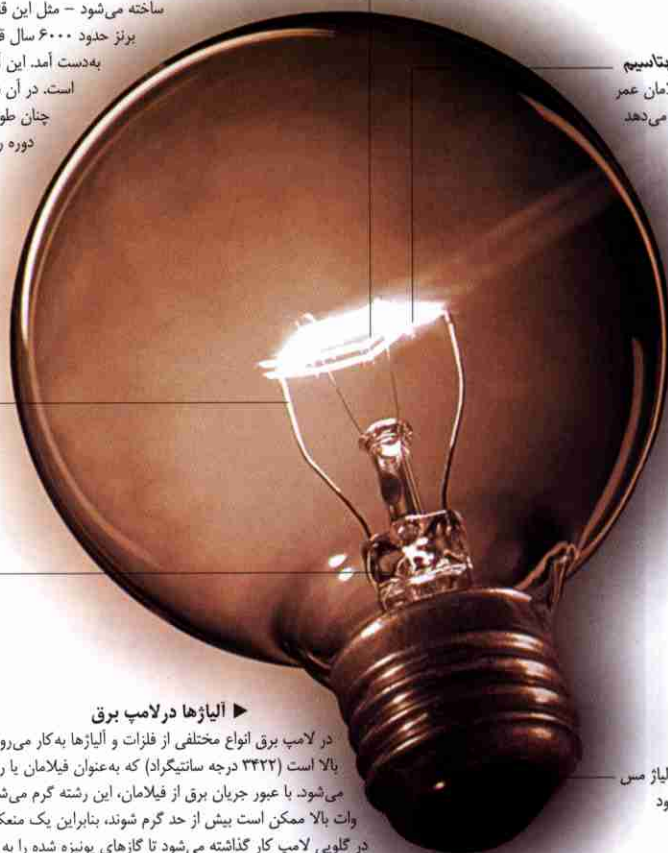
فلزات را بر اساس محل قرار گرفتنشان در جدول تناوبی طبقه‌بندی کرده‌اند. هر گروه خواصی منحصر به خود دارند که آن‌ها را برای اهداف متفاوتی مفید می‌سازد.

فلزات قلیایی
شامل پتاسیم و سدیم که گروه ۱ را تشکیل می‌دهند. این فلزات به‌شدت واکنش‌پذیر هستند و با آب به‌شدت ترکیب شده و قلیاهای قوی تولید می‌کنند.

فلزات قلیایی - خاکی
این فلزات گروه ۲ را تشکیل می‌دهند. آن‌ها با بسیاری از عناصر موجود در پوسته‌ی زمین ترکیب می‌شوند. اکسید آن‌ها با آب ترکیب شده و قلیا تولید می‌کند.

فلزات انتقالی
این گروه شامل مس، نقره وطلا است. این فلزات سخت و براق هستند و درجه‌ی ذوب بالایی دارند. آن‌ها همچنین رساناهای خوب گرما و الکتریسیته هستند.

فلزات دیگر
که به آن‌ها فلزات ضعیف هم گفته می‌شود. این فلزات نسبتاً نرم هستند و به‌آسانی ذوب می‌شوند. قلع و آلومینیوم از آن جمله‌اند و اغلب در آلیاژها به کار گرفته می‌شوند. برنز آلیاژ قلع و مس است.



▶ آلیاژها درلامپ برق
در لامپ برق انواع مختلفی از فلزات و آلیاژها به‌کار می‌رود. تنگستن فلزی با نقطه‌ی ذوب بسیار بالا است (۳۴۲۲ درجه سانتیگراد) که به‌عنوان فیلامان یا رشته‌ی نور دهنده استفاده می‌شود. با عبور جریان برق از فیلامان، این رشته گرم می‌شود و از خود نور می‌پراکند. لامپ‌های وات بالا ممکن است بیش از حد گرم شوند، بنابراین یک منعکس کننده‌ی گرما از جنس آلومینیوم در گلویی لامپ کار گذاشته می‌شود تا گازهای یونیزه شده را به حالت طبیعی برگرداند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ مخلوط‌ها ۱۸-۱۹ • اتم‌ها ۲۴-۲۵ • جدول تناوبی ۲۶-۲۷ • ملکول‌ها ۲۸-۲۹ • توزیع الکتریسیته ۱۳۱

غیرفلزات

فلزات جدول تناوبی خواصی دارند که آن‌ها را به‌آسانی قابل شناسایی می‌کند. اما بقیه‌ی عناصر خواصی بسیار متفاوت دارند. آن‌ها شامل یک گروه گازهای واکنش ناپذیر به‌نام **گازهای نادر**، یک گروه عناصر واکنش پذیر به‌نام **هالوژن‌ها** و مجموعه‌ای از عناصر موسوم به **غیرفلزات** هستند. به‌علاوه، بعضی از عناصر خواصی دارند که آن‌ها را در فاصله‌ی بین فلزات و غیرفلزات قرار می‌دهد که به آن‌ها **شبه‌فلزات** می‌گویند.



▲ **بلورهای گوگرد (سولفور)**
ذخایر غیرفلز سولفور در زیر زمین و در اعماق ۳۰۰ متر به پایین یافت می‌شوند. گوگرد در ترکیب با عناصر دیگر در سنگ‌ها و کانی‌هایی چون جیپسوم یافت می‌شود.



▲ **ساخت اسید سولفوریک**
بلورهای گوگرد را در کارخانجات فرآورنده‌ی سولفور به‌صورت پودر درمی‌آورند و این پودر را روی یک کوره می‌پاشند تا با اکسیژن ترکیب شود و دی اکسید سولفور به‌دست آید. سپس اکسیژن بیشتری با دی اکسید سولفور ترکیب می‌کنند تا تری اکسید سولفور به‌دست آید، که پس از حل شدن در آب، اولیوم یا اسید سولفوریک اشباع شده به‌دست می‌آید.



▲ **حمل و نقل اسید سولفوریک**
اولیوم، اسید سولفوریک اشباع و غلیظ است. آن را از کارخانه با تانکرحمل می‌کنند. در هنگام مصرف، آب به آن افزوده می‌شود تا غلظت صحیح و مورد نظر به‌دست آید. اسید سولفوریک در ساخت شوینده‌ها، رنگ‌ها، داروها، پلاستیک‌ها و الیاف مصنوعی مورد استفاده دارد.

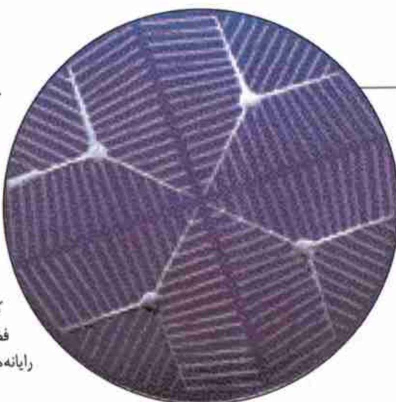
شبه‌فلزات

عناصر موسوم به شبه فلزات برخی خواص فلزات و برخی خواص غیرفلزات را دارند. به‌عنوان مثال، عنصر آرسنیک براقیت یک فلز را دارد اما گرما و الکتریسیته را به‌خوبی عبور نمی‌دهد. غیرفلزات دیگر، مثل سیلیکان و ژرمانیوم، نیمه رسانا هستند؛ یعنی فقط تحت شرایطی قادر به هدایت الکتریسیته می‌باشند. این ویژگی آن‌ها را برای استفاده در صفحات خورشیدی و رایانه‌ها بسیار مفید می‌سازد.

غیر فلزات
nanometals



◀ **صفحه‌های خورشیدی**
تلسکوپ فضایی هابل پیوسته به دور زمین می‌چرخد برای راه اندازی این تلسکوپ به الکتریسیته نیاز است. صفحات خورشیدی از جنس سیلیکان نور خورشید را می‌گیرند و الکتریسیته تولید می‌کنند. این صفحات چرخان هستند تا بتوانند همواره رو به خورشید قرار گیرند تا بیشترین مقدار نور را برای تولید الکتریسیته دریافت کنند.



◀ **الکتریسیته در فضا**
صفحات خورشیدی هابل از هزاران سلول کوچک سیلیکانی تشکیل شده‌اند. وقتی نور خورشید به هر سلول می‌تابد توسط سیلیکان جذب می‌شود و حرکت الکترون‌ها در اتم‌های سیلیکان دستخوش تغییر می‌گردد و در نتیجه، جریان کوچکی از الکتریسته به‌وجود می‌آید. هزاران سلول خورشیدی یک صفحه به اندازه‌ی کافی الکتریسیته برای راه اندازی تلسکوپ فضایی هابل و رایانه‌های آن تولید می‌کنند. رایانه‌ها تصاویر کیهان را به‌زمین می‌فرستند.

سیلیکان

هالوژن ها

هالوژن ها در نظر اول، چندان شبیه یکدیگر به نظر نمی رسند. به عنوان مثال، فلوئورین، گازی زرد رنگ و ید، جامدی سیاه و براق است. اما همه ی آن ها بسیار واکنش پذیرند و به سرعت با عناصر دیگر ترکیب می شوند و به سرعت نمک تولید می کنند – مثل نمک طعام (کلرید سدیم). همه ی هالوژن ها موارد استفاده ی مهم دارند. کلر برای ضد عفونی آب به کار می رود و ترکیبات فلوئورین (فلوئوریدها) برای جلوگیری از پوسیدگی دندان ها به خمیر دندان اضافه می شود.



◀ گاز بروم
بروم تنها شبه‌فلز مایع است. این عنصر رنگ قهوه‌ای مایل به‌قرمز دارد و به‌سرعت تبخیر و به گازی سمی و خفه‌کننده تبدیل می‌شود. بروم در آب دریا و چشمه‌های آب معدنی به‌صورت نمک یافت می‌شود. ترکیبات بروم در عکاسی به‌عنوان رسوب کننده‌ی ملایم و در ساخت رنگ‌های ضد آتش به‌کار می‌روند.

قسمت‌های سیاه
زمانی به‌وجود می‌آیند که مقدار زیادی پرتوهای ایکس به برومید نقره بتابد

استخوان مانع از عبور پرتوهای ایکس می‌شود

نقاط روشن
در جاهایی تشکیل شده‌اند که پرتوهای ایکس با برومید نقره برخورد نکردند

برومید نقره در پرتونگاری ◀
در عکاسی با پرتوهای ایکس یک فیلم پلاستیکی با لایه‌ای از خمیر یکی ازترکیبات بروم به‌نام برومید نقره استفاده می‌شود. وقتی پرتو ایکس به فیلم برخورد می‌کند، برومید نقره تجزیه می‌شود و اتم‌های خالص نقره بر روی فیلم باقی می‌ماند. هر چه شدت نور بیشتر باشد، اتم‌های نقره‌ی بیشتری روی فیلم باقی می‌ماند و آن قسمت از تصویر تیره‌تر نشان داده می‌شود.

نور قرمز با عبور الکتریسیته از گاز نئون به‌دست می‌آید

گازهای نادر

گروه ۱۸ در جدول تناوبی شامل گازهای نادر است. این شش گاز واکنش ناپذیر، با هیچ عنصر دیگری ترکیب نمی‌شوند؛ بنابر این معمولاً به‌صورت خالص یافت می‌شوند. تقریباً یک درصد هوای کره‌ی زمین آرگون است. مقادیری نئون، هلیوم، کریپتون، رادون و زنون نیز در هوا وجود دارد. آرگون در لامپ‌های برق، زنون در حباب‌های قوسی فانوس‌های دریایی و هلیوم برای پرکردن بالن‌های هوای داغ استفاده می‌شود.

چراغ‌های نئون ◀
چراغ نئون حبابی است حاوی یک گاز نادر – اما نه الزاماً نئون. وقتی الکتریسیته از لامپ می‌گذرد اتم‌های گاز نادر رنگ مختلفی از خود ساطع می‌کند. هلیوم رنگ زرد، نئون رنگ قرمز، آرگون رنگ آبی و کریپتون رنگ بنفش از خود می‌پراکند. با رنگ کردن شیشه‌ی لامپ به‌رنگ‌های مختلف، می‌توان رنگ‌های دیگری را نیز به‌وجود آورد.

نور آبی در اثر عبور الکتریسیته از گاز آرگون به‌وجود می‌آید

نور سبز با عبور الکتریسیته از مخلوط هلیوم و آرگون تولید می‌شود

نیز نگاه کنید به ◀◀ گازها ۱۵ ● جدول تناوبی ۲۶-۲۷ ● الکتریسیته ۱۲۶-۱۲۷ ● رصدخانه‌های فضایی ۱۹۶-۱۹۷

هیدروژن

هیدروژن گازی بی‌رنگ، بدون طعم و بی‌بو است؛ اما در بیش از ۹۰ درصد موجودات و اشیا وجود دارد. خورشید و ستاره‌ها از گاز هیدروژن تشکیل شده‌اند. بر روی زمین، هیدروژن به‌صورت ترکیبات مختلف در تقریباً همه‌ی موجودات زنده یافت می‌شود. گاز هیدروژن در ساخت موادشیمیایی مانند آمونیاکِ مورد استفاده در کودها به‌کار برده می‌شود.
از هیدروژن همچنین برای افزایش مقدار بنزین استخراج شده از نفت خام نیز استفاده می‌کنند.



یکی از سه موتور اصلی شاتل

گازهای احتراق
از پیشبرنده‌های موشکی رانش اولیه‌ی شاتل را به‌وجود می‌آورند

شاتل فضایی ◄
شاتل فضایی از سوخت هیدروژن مایع استفاده می‌کند؛ چون هیدروژن در وزن بسیار اندک نیروی بسیار بالایی تولید می‌کند. هیدروژن نیز مثل همه‌ی سوخت‌ها برای سوختن به اکسیژن نیاز دارد. بنابر این شاتل یک منبع هیدروژن مایع و یک منبع اکسیژن مایع با خود حمل می‌کند. با تزریق مقادیر صحیحی از هر یک از منبع‌ها به داخل موتورها، در حضور یک جرقه، انفجار کوچکی تولید می‌شود که بخار را با فشار از لوله‌ها به‌بیرون می‌راند و شاتل در فضا حرکت می‌کند.

بخار با فشاری انفجاری
با سرعت بیش از ۱۰۰۰۰ کیلومتر در ساعت از لوله‌ها به‌بیرون رانده می‌شود



▲ هیدروژن در ستاره‌ها
ستاره‌ها سرشار از هیدروژن هستند. اتم‌های هیدروژن در دماهای بسیار بسیار بالای درون ستاره‌ها با یکدیگر برخورد کرده و در یکدیگر جوش می‌خورند و اتم‌های هلیوم به‌وجود می‌آید. در این واکنش مقدار بسیار زیادی انرژی به‌صورت نور و گرما ایجاد می‌شود. اتم‌های هیدروژن احتمالاً اولین اتم‌هایی بودند که در شکل‌گیری کیهان به‌کار رفتند و با همجوشی آن‌ها بود که اتم‌های دیگر به‌وجود آمدند.



آنتوان لاووازیه
فرانسوی، ۱۷۴۳-۱۷۹۴
این شیمیدان که به‌عنوان پدرشیمی جدید شناخته می‌شود "هوای قابل احتراق" را که توسط هنری کاوندیش (۱۷۳۱-۱۸۱۰) کشف شد مورد بررسی قرار داد. لاووازیه کشف کرد که این گاز با اکسیژن ترکیب شده و آب تولید می‌کند. او این گاز را هیدروژن نامید که کلمه‌ای یونانی به معنی" آب ساز" است.



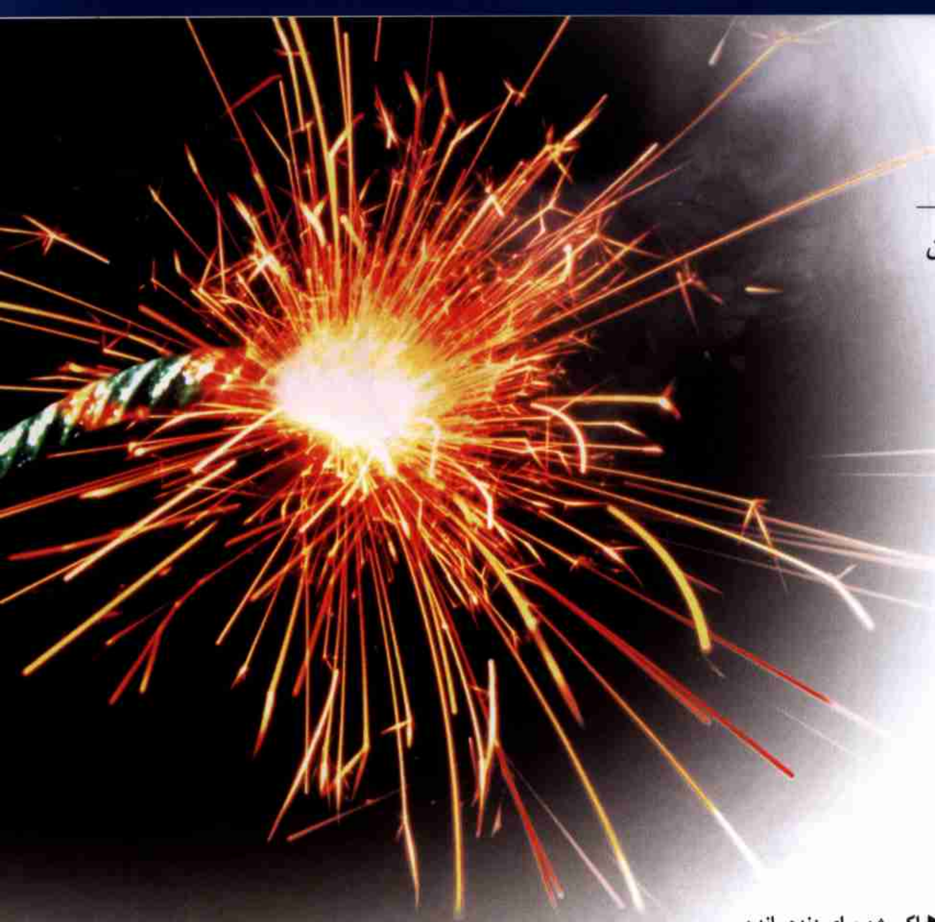
▲ اتومبیل مجهز به سوخت هیدروژن
دانشمندان در حال ساختن اتومبیل‌هایی با سوخت هیدروژن هستند. این اتومبیل‌ها یک منبع هیدروژن خواهند داشت که در ترکیب با اکسیژن هوا می‌سوزد و اتومبیل را به‌حرکت در می‌آورد. این گونه اتومبیل‌ها به‌جای گازهای آلاینده، آب تولید می‌کنند. البته این اتومبیل‌ها هنوز به‌طور انبوه تولید نشده‌اند چون دانشمندان هنوز روشی برای ساخت یک منبع کوچک و سبک برای ذخیره سازی هیدروژن پیدا نکرده‌اند.





▲ هیدروژنه کردن
مارگارین با عبور حباب‌های گاز هیدروژن از روغن نباتی داغ به‌دست می‌آید. اتم‌های هیدروژن با ملکول‌های روغن به‌یکدیگر می‌پیوندند و روغن از شکل مایع به‌شکل جامدتری تبدیل می‌شود. این فرایند را هیدروژنه کردن می‌گویند. اگر روغن به‌طور کامل هیدروژنه شود کاملاً جامد می‌شود و هر چه مقدار هیدروژن کمتر باشد میزان انجماد روغن کمتر است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ملکول‌ها ۲۸-۲۹ • انرژی هسته‌ای ۸۵ • موتورها ۹۲ • ستاره‌ها ۱۶۶-۱۶۷ • سفر به فضا ۱۹۰-۱۹۱



▲ **فیوز**
این فیوز در حال واکنش با اکسیژن است. در این واکنش انرژی به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود. برای سوختن هر چیزی به اکسیژن نیاز است. هر چه مقدار اکسیژن بیشتر باشد، شیء سریع‌تر می‌سوزد. این فیوز در حال سوختن با اکسیژن هواست. فشفشه‌ها از این نیز با شدت بیشتری می‌سوزند؛ چون ترکیباتی به آن‌ها اضافه می‌شود که با رسیدن به اکسیژن هوا، مقدار اکسیژن بیشتری برای سوختن به‌وجود می‌آید.

۸
O
اکسیژن
۱۶

اکسیژن

بیش از هر عنصر دیگری در زمین اکسیژن وجود دارد. اکسیژن گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرقابل مشاهده است که ۲۱ درصد حجم هوایی را که تنفس می‌کنیم تشکیل می‌دهد. اکسیژن در آب، کانی‌ها و تقریباً تمام چیزهای زنده وجود دارد و برای حیات ضروری است. ملکول‌های اکسیژن معمولی ۲ اتم اکسیژن دارند. ازون، اکسیژن سه اتمی، در قسمت‌های بالای اتمسفر یافت می‌شود. اکسیژن در یک **چرخه‌ی اکسیژن** در طبیعت گردش می‌کند.



◀ **اکسیژن برای زنده ماندن**
غواص‌ها لباس‌هایی می‌پوشند که مجهز به وسایل تنفس است تا بتوانند در زیر آب زنده بمانند. لباس غواصی شامل یک کپسول هوای فشرده است که غواص آن را روی پشت حمل می‌کند. هوا را به‌صورت فشرده در سیلندر ذخیره می‌کنند تا غواص بتواند مقدار هوای بیشتری با خود حمل کند. غواص از طریق یک تنظیم کننده به‌نام رگلاتور- که هوا پس از ورود به آن فشارش را از دست می‌دهد - نفس می‌کشد.

چرخه‌ی اکسیژن

تقریباً تمام موجودات زنده، از جمله انسان، برای بقا به اکسیژن نیاز دارند. گیاهان و جانوران برای تولید انرژی اکسیژن هوای اطراف را می‌گیرند. گیاهان و جانوران زیر آب نمی‌توانند مستقیماً اکسیژن هوا را تنفس کنند و اکسیژن حل شده در آب را مورد استفاده قرار می‌دهند. چرخه‌ی اکسیژن یعنی گردش پیوسته‌ی اکسیژن در طبیعت به گونه‌ای که همواره در اختیار تمام موجودات زنده باشد.



جوزف تریستلی
انگلیسی، ۱۷۳۳-۱۸۰۴
این شیمیدان در ۱۷۷۴ کشف اکسیژن را اعلام کرد. او نمی‌دانست که کارشیل، شیمیدان سوئدی (۱۷۴۲-۱۷۸۶) یک یا دو سال قبل آن را کشف کرده بود. آن‌ها هر دو نشان دادند که هوا از فقط یک عنصر تشکیل نشده است. تریستلی همچنین با ترکیب کردن دی اکسید کربن با آب، آب گازدار به‌دست آورد.

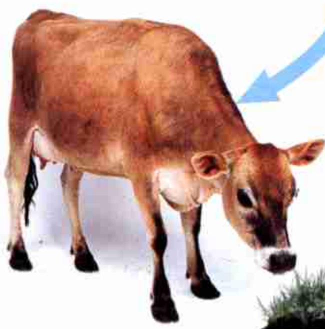
اکسیژن هوا

گیاهان در تمام طول شبانه روز اکسیژن می‌گیرند و دی اکسید کربن پس می‌دهند



گیاهان در روز دی اکسید کربن می‌گیرند و اکسیژن پس می‌دهند

جانوران اکسیژن می‌گیرند و دی اکسید کربن پس می‌دهند



◀ **تغییر اکسیژن**
گیاهان در فرایندی به‌نام فتوسنتز می‌توانند با استفاده از انرژی خورشید دی اکسید کربن و آب را به هیدروکربن‌ها و اکسیژن تبدیل کنند. این اکسیژن توسط گیاهان و جانوران استفاده می‌شود و دی‌اکسیدکربن و آب باقی می‌ماند. این فرایند را تنفس می‌گویند.

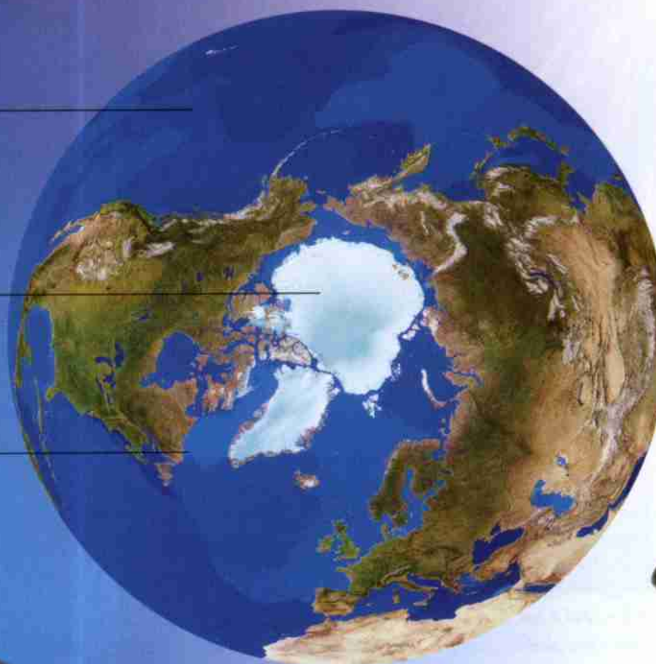


نیز نگاه کنید به ◀◀ اتم ۲۳۴-۲۳۵ • اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵ • فتوسنتز ۲۵۸ • دستگاه تنفس ۳۵۴-۳۵۵

آب

ترکیب دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن یک ملکول آب به وجود می آورد.
آب فراوان ترین ماده ی مرکب روی زمین است که بیش از نیمی از وزن موجودات زنده را تشکیل می دهد. آب برای زندگی بسیار واجب است و مواد غذایی را به سلول ها می برد و فضولات را از آن ها خارج می کند. ملکول های آب به واسطه ی **پیوند هیدروژنی**
به یکدیگر جذب می شوند که این امر خصوصیات غیر معمول ولی مفیدی به آب می دهد.





اقیانوس‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها سه چهارم سطح زمین را پوشانده‌اند

منطقه‌ی یخ زده‌ی قطب شمال تقریباً به مساحت ایالات متحده‌ی امریکا است

آب به‌صورت گاز (بخار) در همه‌جا یافت می‌شود

فراوانی آب ◄
حدود ۷۰ درصد سطح زمین پوشیده از آب است و به‌همین دلیل، کره‌ی زمین از فضا به‌رنگ آبی دیده می‌شود و اغلب آن را سیاره‌ی آبی می‌گویند. آب به‌صورت مایع در اقیانوس‌ها و به‌صورت یخ جامد در یخچال‌ها و مناطق قطبی یافت می‌شود.
بخار آب یکی از گازهای هواست. جاهای مرطوب، مثل جنگل‌های بارانی، هوایشان مقدار زیادی بخار آب دارد. حدود ۶۰ درصد از وزن بدن انسان را آب تشکیل می‌دهد؛ در حالی که یک گوجه فرنگی رسیده بیش از ۹۵ درصد آب است.

آب آشامیدنی ◄
آب خالص در دمای معمولی مایعی بی رنگ با pH خنثی است – یعنی نه اسیدی و نه بازی است.
اما بیشتر آب‌ها خالص نیستند. آب سخت حاوی کانی‌های کلسیم و منیزیم است که در اثر جریان آب بر روی سنگ‌ها و صخره‌ها در آن حل شده‌اند.
صابون در آب سخت کف نمی‌کند، چون کانی‌ها با صابون ترکیب شده و ماده‌ای جرم مانند تولید می‌کنند.
آب سخت با جوشانده شدن و یا عبور از صافی به آب سبک‌تر تبدیل می‌شود.

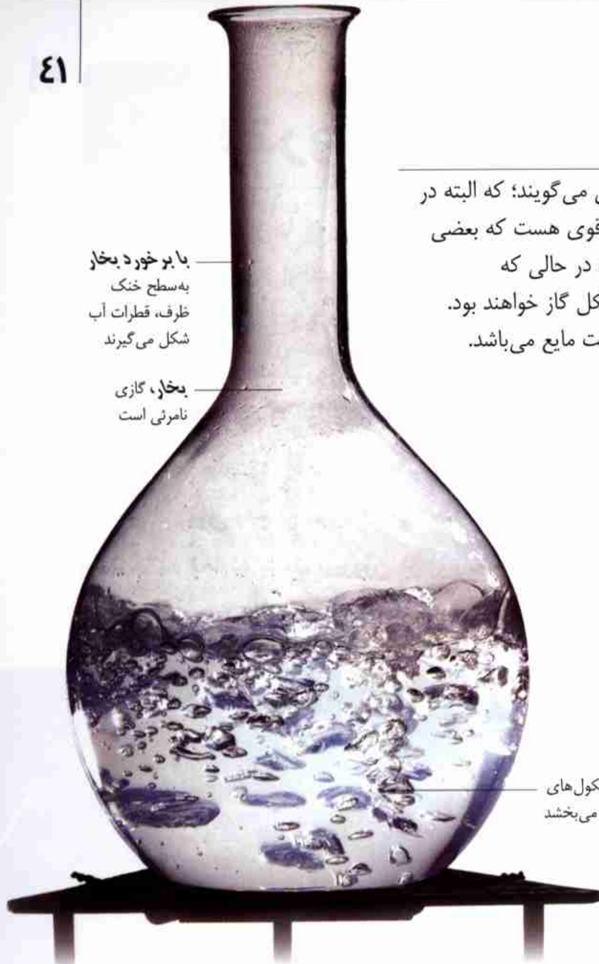


حل شدن بلورهای پرمنگنات پتاسیم آب را قرمز می‌کند

◄ حلال جامع
پرمنگنات پتاسیم وقتی در آب حل می‌شود مایعی صورتی رنگ به‌وجود می‌آید.آب نسبت به حلال‌های دیگر می‌تواند مواد بیشتری را در خود حل کند. ملکول‌های آن کوچکند و بار الکتریکی اندکی را با خود حمل می‌کنند. لذا می‌توانند به‌آسانی جابه‌جا شوند و با ذرات دیگر واکنش نشان دهند. اگر آب از این خاصیت برخوردار نبود، حیات هم به‌وجود نمی‌آمد. آب در واقع حامل طبیعت است.
گازهای حل شده در آب، مثل اکسیژن و دی اکسید کربن، توسط آب حمل می‌شوند و اساس حیات موجودات زنده را تشکیل می‌دهند.

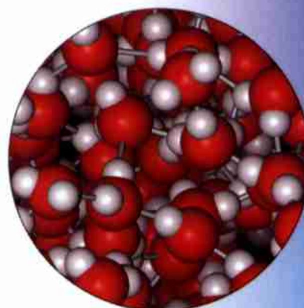
پیوند هیدروژنی

ملکول‌های آب نسبت به‌یکدیگر جاذبه دارند. این جاذبه را پیوند هیدروژنی می‌گویند؛ که البته در مقایسه با پیوند درون ملکول‌های آب، پیوند ضعیفی است اما به اندازه‌ای قوی هست که بعضی ویژگی‌ها را به آب ببخشد. به‌عنوان مثال، آب در دمای معمولی مایع است در حالی که ملکول‌های دیگری که همان اندازه‌ی ملکول‌های آب را داشته باشند به‌شکل گاز خواهند بود. همچنین وقتی به‌صورت جامد در می‌آید تراکم و فشردگی آن کمتر از حالت مایع می‌باشد.



▲ آب در حال جوشیدن
آب در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به‌جوش می‌آید. این رقم حداقل ۲۰۰ درجه سانتیگراد بیشتر از نقطه جوش ملکول‌هایی با اندازه‌هایی مشابه است – مثل سولفید هیدروژن. بالا بودن نقطه‌ی جوش آب را می‌توان با پیوند هیدروژنی آن توضیح داد. برای شکستن پیوندهای هیدروژنی به گرمای بیشتری نیاز است. تا ملکول‌های آب بتوانند از دیگر ملکول‌ها جدا شوند و به‌صورت بخار (گاز) سطح مایع را ترک کنند.

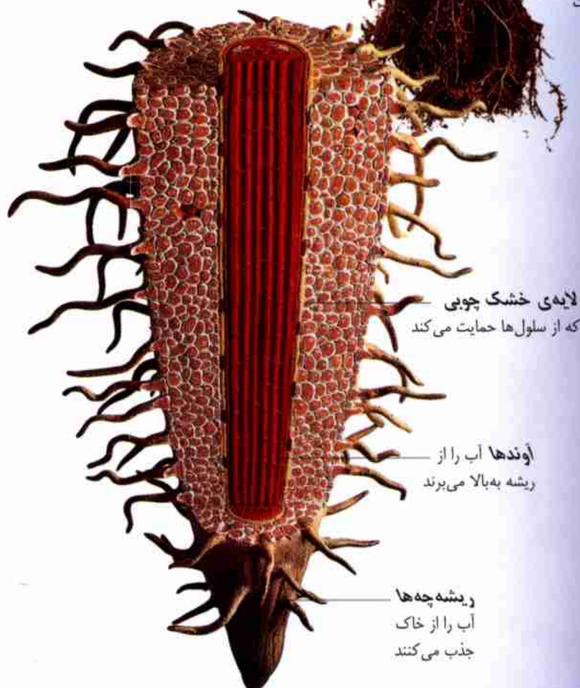
◀ ساختار ملکولی
الکترون‌ها در یک ملکول آب به اتم اکسیژن نزدیک‌تر از اتم‌های هیدروژن هستند. بنابر این اتم اکسیژن اندکی بار منفی دارد و اتم‌های هیدروژن دارای بار الکتریکی مثبت هستند بار مثبت اتم‌های هیدروژن یک ملکول آب، بار منفی اتم اکسیژن ملکول دیگر جذب می‌شود. این جاذبه را پیوند هیدروژنی می‌گویند.



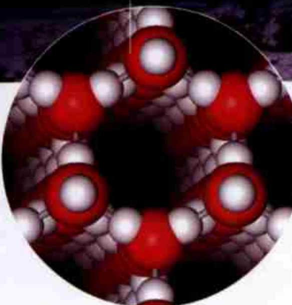
ملکول‌های آب در حالت مایع



◀ حرکت آوندی
گیاهان با استفاده از حرکت آوندی آب را از ریشه‌ها به‌سمت برگ‌هایشان بالا می‌آورند. ملکول‌های آب در آوندهای لوله مانند گیاه به‌سمت بالا جاری می‌شوند. ملکول‌های آب که اندکی بار الکتریکی دارند توسط دیواره‌های آوندها جذب می‌شوند و کششی به‌وجود می‌آید که آن‌ها را به بالا می‌کشاند.







ملکول‌های آب در حالت جامد

▲ جامدی با چگالی پایین
یخ شناور این فک را از هوای یخ زده‌ی بالا محافظت می‌کند. بیشتر مایعات وقتی یخ زده و جامد می‌شوند بر تراکمشان افزوده می‌شود ولی آب در چنین‌حالتی تراکم کمتری می‌یابد. و به‌همین دلیل است که قطرات یخ درآب شناور می‌مانند. پیوندهای هیدروژنی بین ملکول‌های آب آن‌ها را در یک ساختار محکم و حلقه‌ای از یکدیگر دور می‌کند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ تغییر حالت ۱۶-۱۷ ● اتم‌ها ۲۴-۲۵ ● ملکول‌ها ۲۸-۲۹ ● تعّرق ۲۵۹

نیتروژن

۷
N
نیتروژن
۱۴

برای ساختن پروتئین‌ها که برای حیات مهم هستند نیتروژن (ازت) مورد نیاز است. گیاهان و جانوران نیتروژن هوا و خاک را در فرایندی به‌نام **چرخه‌ی نیتروژن** مورد استفاده قرار می‌دهند. نیتروژن به‌صورت گاز ۷۸ درصد هوا را تشکیل می‌دهد و در دمای معمولی بسیار واکنش‌ناپذیر است. در پاکت‌های چیپس و مانند آن مقداری نیتروژن به‌جای هوا قرار می‌دهند تا محتویات پاکت مانده و نازده نشود. نیتروژن در تولید مواد شیمیایی صنعتی، مثل کودها و مواد منفجره، نیز کاربرد دارد.

دستکش پوست دست را در مقابل سرمای بسیار شدید نیتروژن مایع محافظت می‌کند

مه، قطرات ریز آب است که توسط گاز بسیار سرد نیتروژن، خنک و به‌مایع تبدیل شده است

▲ **نیتروژن مایع**

نیتروژن در دمای ۱۹۶- درجه سانتیگراد به مایع تبدیل می‌شود. نیتروژن مایع آنقدر سرد است که می‌تواند در چند ثانیه ماده‌ای را یخ زده کند. در بیمارستان‌ها از نیتروژن مایع برای حفظ خون و اندام‌های بدن استفاده می‌شود. ماده‌ای که باید حفظ شود در یک محفظه‌ی خاص قرار داده می‌شود که هوا به آن راه ندارد و با نیتروژن مایع پر می‌شود. از آن‌جا که نیتروژن در این حالت ماده‌ای غیرفعال است با موادی که در آن قرار داده می‌شود واکنش نخواهد داشت.

نیتروژن
nitrogen



نیتروژن به‌شکل گاز بخش عمده‌ی هوا را تشکیل می‌دهد



اسید نیتریک به‌صورت محلول در آب باران بر زمین می‌بارد

نیترات‌ها از مواد ضروری برای گیاهان هستند





نیترات‌ها برای میکروارگانیسم‌های خاک نیز ضروری به‌شمار می‌آیند

▲ **صاعقه**

گرمای حاصل از صاعقه ملکول‌های نیتروژن هوا را از هم می‌شکافد. اتم‌های نیتروژن با اکسیژن ترکیب شده و اکسید نیتروژن تولید می‌شود که پس از حل شدن در آب، اسید نیتریک حاصل می‌شود. اسید نیتریک ضعیف همراه با باران بر خاک می‌بارد و دوباره از هم می‌پاشد و ترکیبات نیترات و نیتریت به‌وجود می‌آید. این ترکیبات برای حیات گیاهان و میکروارگانیسم‌ها ضروری هستند.

▼ **خاک حاصلخیز**

کشاورزان برای رشد بهتر محصولاتشان از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند. بسیاری از کودها حاوی نیتروژن به‌شکل نیترات‌ها هستند. زیرا گیاهان می‌توانند از این شکل نیتروژن استفاده کنند. کودهای طبیعی از فضولات حیوانی و گیاهی تشکیل شده‌اند. کودهای مصنوعی با ترکیب نیتروژن هوا و هیدروژن ساخته می‌شوند.

کود مایع بر روی محصول پاشیده می‌شود



چرخه‌ی نیتروژن

تمام موجودات زنده به نیتروژن نیاز دارند، اما اکثر آن‌ها نمی‌توانند نیتروژن هوا را به‌طور مستقیم استفاده کنند. نیتروژن باید با عناصر دیگر در قالب نیترات‌ها و نیتریت‌ها ترکیب شود تا بتواند مورد استفاده قرار گیرد. این کار توسط صاعقه و باکتری‌ها انجام می‌شود. نیترات‌ها توسط گیاهان جذب می‌شوند و گیاهان توسط جانوران خورده می‌شوند؛ و این آغاز چرخه‌ی پیوسته‌ی نیتروژن است.



▲ **حرکت اتم‌ها**

نیتروژن هوا توسط باکتری‌ها به نیتریت‌ها تبدیل می‌شود که این نیتریت‌ها توسط گیاهان جذب می‌شوند و پروتئین گیاهی ساخته می‌شود. گیاهان توسط جانوران خورده می‌شوند و پروتئین گیاهی به پروتئین حیوانی تبدیل می‌شود. سپس باکتری‌های آزاد کننده‌ی نیتروژن وارد عمل می‌شوند و نیتروژن موجود در فضولات جانوری و گیاهان پوسیده را به گاز نیتروژن تبدیل می‌کنند.

باکتری‌های نیتروژن ساز در ریشه‌ی گیاهان ◄

باکتری‌ها در چرخه‌ی نیتروژن نقشی کلیدی ایفا می‌کنند. بعضی از آن‌ها در گره‌های لوبیایی، مثل این گره ریشه‌ی نخود، زندگی می‌کنند. بعضی دیگر آزادانه در خاک زندگی می‌کنند. باکتری‌های خاک نیترات‌ها را می‌گیرند و به نیتریت‌ها و دیگر ملکول‌های نیتروژنی تبدیل می‌کنند.



▲ **مواد منفجره**

ترکیبات نیتروژن در ساخت مواد منفجره به‌کار می‌روند. این ترکیبات شامل مواد شیمیایی هستند که به‌سادگی از هم می‌پاشند و مقادیر زیادی گاز ایجاد می‌کنند. آن‌ها را می‌توان برای تخریب ساختمان‌ها بدون آسیب رساندن به ساختمان‌های مجاور مورد استفاده قرار داد. تی.ان.تی(TNT) یا تری نیتروتولوئن–گازهای هیدروژن، منوکسید کربن و نیتروژن و هیدروکربن، که دود سیاه ایجاد می‌کند، آزاد می‌کنند.



نیز نگاه کنید به ◄◄ جدول تناوبی ۲۶-۲۷ • ملکول‌ها ۲۸-۲۹

کربن

۶
C
کربن
۱۲

کربن از نظر فراوانی ششمین عنصر جهان و عنصر اصلی تشکیل دهنده‌ی بدن موجودات زنده‌ی زمین است. اتم‌های کربن از طریق **چرخه‌ی کربن** در میان موجودات زنده جابه‌جا می‌شود. کربن به‌صورت دی اکسید کربن در هوا وجود دارد و بخش بزرگی از زغال، نفت خام و گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. کربن خالص به‌ندرت در طبیعت وجود دارد؛ گرچه به‌صورت یکی از چندین شکل مختلف - **آلوتروپ** - یافت می‌شود.





▼ کربن به عنوان سوخت
هر چیزی که خوب بسوزد معمولاً حاوی کربن است. زغال سنگ، زغال چوب، چوب و کاغذ سرشار از کربن هستند. اتم‌های کربن در کنار یکدیگر انرژی فراوانی در خود ذخیره دارند. وقتی کربن می‌سوزد هر اتم از اتم‌های اطرافش جدا می‌شود و با ترکیب با اکسیژن هوا، دی اکسید کربن به‌وجود می‌آید. انرژی ذخیره شده به‌صورت گرما آزاد می‌شود.

زغال سنگ در ۴۰۰ درجه سانتیگراد شروع به سوختن می کند

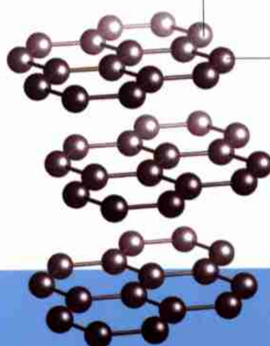
فولرین ◄
اتم‌های کربن در فولرین به‌گونه‌ای به‌یکدیگر متصلند که یک محفظه‌ی توپ مانند به‌وجود می‌آید. فولرین می‌تواند حاوی ۱۰۰ ، ۸۰ ، و یا ۶۰ اتم کربن باشد. این فولرین ۸۰ اتم دارد. اولین فولرین در دهه‌ی ۱۹۸۰ کشف شدکه ۶۰ اتم کربن داشت. نام آن از باکمینستر فولر، آرشیتکت آمریکایی که ساختمان‌هایی شبیه شکل ملکول آن طراحی کرد، گرفته شده است.

آلوتروپ

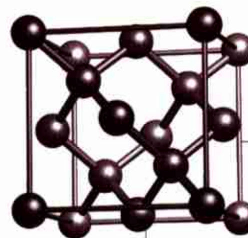
اتم‌های بعضی عناصر می‌توانند به شیوه‌های مختلف به‌یکدیگر پیوند بخورند و آلوتروپ‌های مختلف را به‌وجود آورند. کربن به سه شکل یافت می‌شود. الماس، گرافیت و فولرین فقط از اتم‌های کربن تشکیل شده‌اند اما آرایش اتم‌ها در هر یک متفاوت است.

► گرافیت
بعضی روغن‌های موتور و تمام مغزی مدادها گرافیت دارند. گرافیت دارای لایه‌هایی از اتم کربن است که می‌توانند روی یکدیگر بلغزند. بین اتم‌های کربن هر لایه پیوندی نیرومند وجود دارد اما پیوند بین لایه‌ها با یکدیگر ضعیف است. به‌دلیل همین حرکت لایه‌ها روی یکدیگر، گرافیت ماده‌ای نرم است.

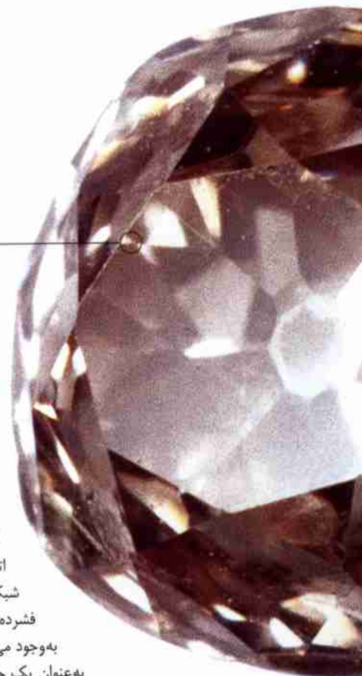




لایه‌ی اتم‌های کربن روی‌لایه‌ی زیرین می‌لغزد



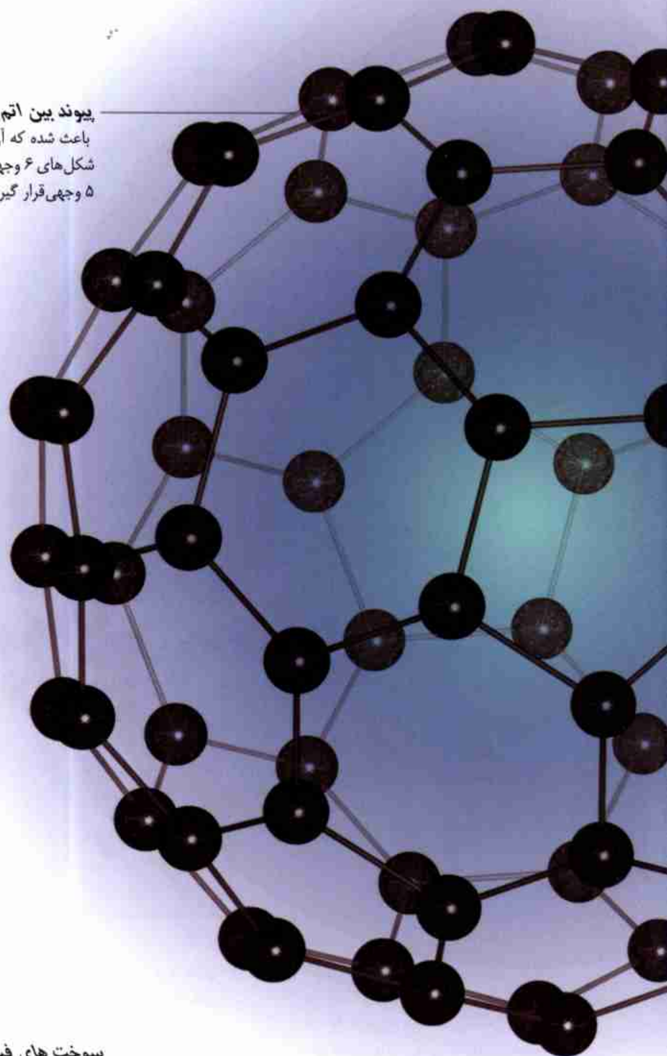
هر اتم کربن پیوندی قوی با ۴ اتم دیگر دارد



► الماس
الماس سخت‌ترین کانی شناخته شده است که اتم‌های کربن در یک شبکه‌ی بسیار سخت به‌نام شبکه‌ی ورودی به‌یکدیگر متصل هستند. الماس در اثر فشرده شدن سنگ‌های مذاب در طول میلیون‌ها سال به‌وجود می‌آید. از الماس در ماشین آلات برش و همچنین به‌عنوان یک جواهر تزئینی استفاده می‌شود.

چرخه‌ی کربن

اتم‌های کربن به‌طور پیوسته در هوا، جانوران، گیاهان و خاک در چرخش هستند. این حرکت اتم‌های کربن در طبیعت را چرخه‌ی کربن می‌گویند. بدن تمام موجودات زنده کربن دارد. کربن از گاز دی اکسید کربن موجود در هوا به‌دست می‌آید. گیاهان سبز و بعضی باکتری‌ها با جذب دی اکسید کربن برای خود غذا می‌سازند. جانوران با خوردن گیاهان مقداری کربن مصرف می‌کنند. دی اکسید کربن با بازدم، تولید فضولات، مردن و پوسیده شدن دوباره به هوا برمی‌گردد.



پیوند بین اتم‌های کربن باعث شده که آن‌ها در شکل‌های ۶ وجهی و ۵ وجهی قرار گیرند



▲ **حرکت اتم‌ها**
گیاهان سبز دی اکسید کربن را از هوا می‌گیرند و برای خود غذا می‌سازند. وقتی جانور گیاه را می‌خورد کربن را جذب کرده و به بافت‌های اندام خود تبدیل می‌کند. جانور در هنگام بازدم کربن را به‌صورت دی اکسید کربن وارد هوا می‌کند. پس از مردن جانور و پوسیدن جسدش، کربن موجود در بدن آن وارد خاک می‌شود. کرم‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها از بقایای پوسیده‌ی جانوران تغذیه و دی اکسید کربن در هوا آزاد می‌کنند. گیاهان سبز دوباره دی‌اکسیدکربن را از هوا می‌گیرند و چرخه تکرار می‌شود.



▲ **گنبد هندسی**
ساختار بادوام فولرین برای ساختمان‌های بزرگ نیز کارآیی دارد. باکمینستر فولر، معمار آمریکایی، در دهه‌ی ۱۹۴۰ ساختمانی را طراحی کرد که به گنبد هندسی مشهور است. این ساختمان متشکل از یک شبکه‌ی مثلث‌هایی است که با اتصال به یکدیگر یک کره می‌سازند. این شکل بسیار بادوام بوده و با کمترین مصالح ساختمانی فضای بسیار زیادی در اختیار می‌گذارد و با وجود سبک بودن، بسیار نیرومند است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ ملکول‌ها ۲۸-۲۹ ● شیمی زیست ۴۶-۴۷ ● شیمی آلی ۴۸-۴۹

شیمی زیست

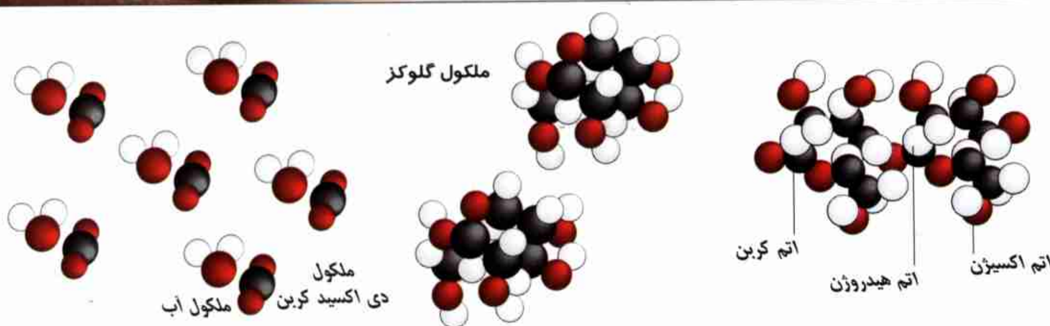
مطالعه‌ی فرایندهای شیمیایی موجودات زنده را شیمی زیست می‌گویند. این فرایندها شامل تنفس و گوارش غذا می‌باشند. اتم‌های کربن می‌توانند به شیوه‌های مختلف با یکدیگر ترکیب شوند. موجودات زنده عمدتاً از ملکول‌های حاوی کربن تشکیل شده‌اند. ملکول DNA حامل دستوراتی شیمیایی برای ساخت و ایجاد نمونه‌های دقیق ملکول‌های خود و تولید مثل می‌باشد.

غذا برای انرژی ◄

اوران اوتان‌ها نیز مثل همه‌ی موجودات زنده برای کسب انرژی جهت انجام دیگر فرایندهای بدن خود، مثل رشد، حرکت و ترمیم، به غذا نیاز دارند. این واکنش‌های پیچیده‌ی شیمیایی را در جانوران متابولیسم (سوخت و ساز) می‌گویند. گیاهان در فرایندی به‌نام فتوسنتز غذای خود را می‌سازند.







▲ تجزیه‌ی هیدرو کربن ها

بسیاری از غذاها، از جمله سیب، ملکول‌هایی به‌نام کربوهیدرات دارند. هیدرو کربن‌ها پس از تجزیه در فرایند گوارش مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. غذاها دو نوع ملکول دیگر نیز دارند: چربی‌ها و پروتئین‌ها. چربی‌ها منبع دیگری برای انرژی هستند و پروتئین‌ها برای رشد ضروری می‌باشند.

▲ گوارش

هیدرو کربن شکر شامل ۱۲ اتم کربن، ۲۲ اتم هیدروژن و ۱۱ اتم اکسیژن است. پس از خوردن شکر، ملکول‌هایش تجزیه شده و ملکول‌های گلوکز ساده‌تری ایجاد می‌شوند. آنزیم‌های گوارشی، مثل آمیلاس، این فرایند را سرعت می‌بخشند.

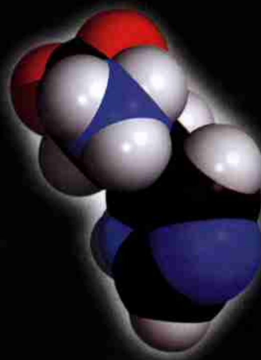
▲ تنفس

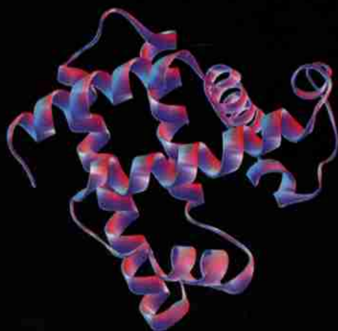
ملکول‌های گلوکز وارد خون می‌شوند و به سلول‌های سراسر بدن حمل می‌شوند. هر سلول ملکول‌های گلوکز را در فرایندی شیمیایی به‌نام تنفس جذب می‌کند. در تنفس، پیوند بین ملکول‌های گلوکز می‌شکند و انرژی موجود در آن به‌شکلی در می‌آید که بدن می‌تواند از آن استفاده کند.

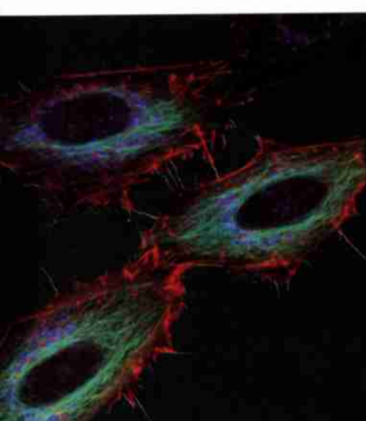
▲ انرژی آزاد شده

ملکول‌های گلوکز با اکسیژن هوایی که تنفس می‌کنیم ترکیب شده و انرژی و دی اکسید کربن و آب آزاد می‌شود. فرایندهایی که انرژی آزاد می‌کنند، مثل تنفس، واکنش‌های کاتابولیک نامیده می‌شوند. فرایندهایی که انرژی را می‌گیرند، مثل فرایند ساخت پروتئین‌ها، واکنش‌های آنابولیک هستند.









▲ غذا برای ساخت ملکول ها

موجودات زنده نه تنها ملکول ها را تجزیه می کنند بلکه ملکول های پیچیده ای، مثل پروتئین های ماهیچه ها، را نیز می سازند. ملکول های پروتئین برای رشد ضروری هستند. آن ها از اسیدهای آمینه ساخته شده اند که از غذاهای حاوی پروتئین، مثل حبوبات و دانه ها و گوشت، به دست می آیند.

▲ بلوک‌های اسید آمینه

ملکول‌های اسید آمینه، مثل این ملکول هیستیدین، از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن تشکیل شده‌اند. این اتم‌ها با پیوند به‌یکدیگر ملکول‌های پروتئین را می‌سازند که بلوک‌های سازنده‌ی اندام‌ها هستند. بدن ما ۲۰ اسید آمینه‌ی مختلف دارد که در ساخت هزاران پروتئین بدن شرکت دارند.

▲ ملکول پروتئین

این مدل نواری یک ملکول پروتئین است که از زنجیره‌ای از اسیدهای آمینه تشکیل شده است. بعضی پروتئین‌ها فقط چند اسید آمینه دارند، اما بعضی دیگر از هزاران اسید آمینه تشکیل شده‌اند. زنجیره‌های اسید آمینه به راه‌های پیچیده‌ای در هم پیچ و تاب می‌خورند و به هر پروتئین شکل سه‌بعدی منحصر به فردی می‌بخشند.

▲ سلول‌های پروتئین

سلول‌های پوست، خون، مو و ماهیچه همگی از پروتئین ساخته شده‌اند. بدن ما هزاران پروتئین مختلف دارد– از جمله آنزیم‌هایی که واکنش‌ها را پیش می‌برند و آنتی بادی (پادتن) هایی که با بیماری‌ها مبارزه می‌کنند.

دی ان ای (DNA)

حیرت انگیزترین ملکول بدن ما ملکولی به‌نام اسید دی اکسی ریبو نوکلئیک یا DNA است. این ملکول حاوی‌ژن‌ها (دستورالعمل‌ها) برای ساخت هر یک از پروتئین‌های بدن ما می‌باشد. تقریباً تمام سلول‌های بدن ما حاوی DNA هستند که به ۴۶ قسمت به نام کروموزوم تقسیم شده‌اند. هر سلول فقط دستورالعمل‌هایی را استفاده می کند که نیاز دارد. به‌عنوان مثال، فقط یک سلول ماهیچه پروتئین‌های ماهیچه را می‌سازد.

اتم اکسیژن
(قرمز)

اتم کربن
(سیاه)

اتم نیتروژن
(آبی)

اتم فسفر
(زرد)

اتم هیدروژن
(سفید)

ساختار ملکولی DNA ◄
این تصویر سه بعدی رایانه‌ای قسمتی از یک ملکول DNA را نشان می‌دهد. ملکول شبیه دو قطعه‌ی نخ است که در یکدیگر تاب داده شده باشند. این ساختار پیچ در پیچ را مارپیچ دو رشته‌ای می‌گویند. DNA حاوی ژن‌ها است. هر ژن آرایش اسیدهای آمینه‌ی لازم برای ساخت یک پروتئین خاص را در خود دارد. DNA یک ملکول بلند به‌نام پلیمر است. هر ملکول DNA ترکیبی از ۴ مونومر می‌باشد: آدنین، سیتوسین، گوآنین و تایمین. اگر DNA موجود در یک سلول را به‌دنبال هم قرار دهیم بیش از دو متر طول خواهد داشت.

ماهیچه‌ها ◄
تقریباً هر کاری که انجام می‌دهیم، مثل ژیمناستیک، حرف زدن و یا خواندن، به کمک ماهیچه ما که از پروتئین ساخته شده‌اند صورت می‌گیرد. در داخل هر سلول ماهیچه انرژی موجود در ملکول‌های ATP (آدنوسین تری فسفات) در یک واکنش شیمیایی به جنبش تبدیل می‌شود. این واکنش همچنین گرما تولید می‌کند و به همین دلیل است که در موقع ورزش کردن، بدنمان گرم‌تر می‌شود. وقتی ملکول‌های ATP وادار شوند انرژی ذخیره کنند واکنش‌های آنابولیک رخ می‌دهد. زمانی که انرژی آزاد می‌شود واکنش کاتابولیک صورت می‌گیرد.

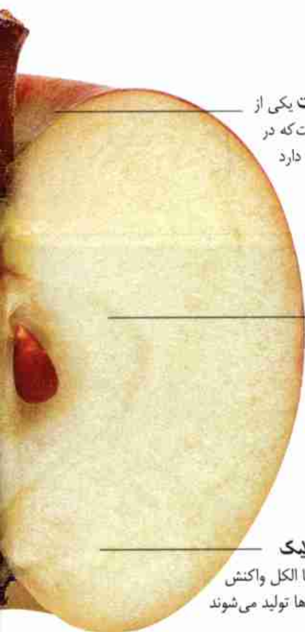
نیز نگاه کنید به ◄◄ فتوسنتز ۲۵۸ • ژنتیک ۳۶۴-۳۶۵

شیمی آلی

مطالعه‌ی ترکیبات حاوی کربن را شیمی آلی می‌گویند. اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر ملکول‌هایی را بسازندکه صدها و حتی هزاران اتم کربن داشته باشند. تعداد **ترکیبات کربنی** بیش از مجموع ترکیبات تمام عناصر دیگر است. **فناوری کربن** با استفاده از ترکیبات کربن وسایل مختلفی- از قسمت‌های داخلی هواپیماها تا انواع داروها - را می‌سازد.

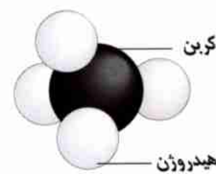
▶ **کربن در تمام موجودات زنده**
از بال‌های پروانه گرفته تا گلبرگ‌های گلی که روی آن نشسته است، و تمام موجودات زنده، از ترکیبات کربن ساخته شده‌اند. تمام فرایندهایی که در موجودات زنده رخ می‌دهند - گوارش، حرکت و رشد- واکنش‌هایی شیمیایی هستند که ترکیبات کربن در آن‌ها نقش دارند. تنها کربن است که می‌تواند این همه ترکیبات مختلفی را به‌وجود آورد که تنوع حیات بر روی زمین را به‌وجود می‌آورد.



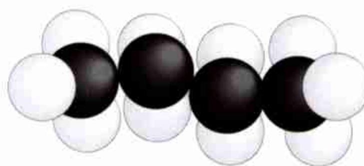


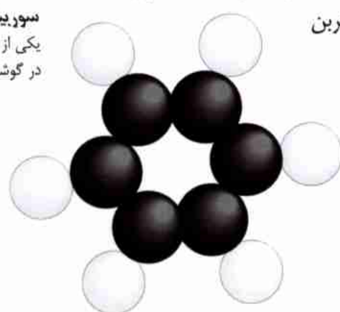
ترکیبات کربنی

بسیاری از ترکیبات کربن حاوی همان عناصر معدود هستند، اما به مقادیر مختلف و در آرایش‌های متفاوت. هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن مهم‌ترین عناصری هستند که با کربن ترکیب می‌شوند. اتم‌های کربن می‌توانند زنجیره‌هایی از فقط کربن و هیدروژن بسازند که هیدروکربن نامیده می‌شود. آن‌ها همچنین می‌توانند حلقه‌هایی‌از کربن به‌نام آروماتیک (بودار) بسازند.



ملکول متان


ملکول بوتان


ملکول بنزن

▲ **هیدروکربن‌های ساده**
متان یک هیدروکربن است. این ملکول حاوی یک اتم کربن و ۴ اتم هیدروژن است. پیشوند (مت) همیشه برای ترکیباتی به‌کار می‌رود که ملکول‌هایشان فقط یک اتم کربن دارند. متان یک گاز طبیعی است که مصارف سوختی و صنعتی دارد.

▲ **زنجیره‌ی کربن**
گاز بوتان هیدروکربنی پیچیده‌تر از متان است. بوتان چهار اتم کربن و ده اتم هیدروژن دارد. پیشوند "بوت" برای ترکیباتی به‌کار می‌رود که ملکول‌هایشان ۴ اتم کربن به‌صورت یک زنجیر دارند.

▲ **حلقه‌ی کربن**
ملکول بنزن از حلقه‌ای متشکل از ۶ اتم کربن که هرکدام با یک اتم هیدروژن پیوند خورده‌اند تشکیل شده‌است. این گاز در ساخت رنگ‌ها استفاده می‌شود. ترکیباتی که ملکول‌هایشان از حلقه‌های کربن ساخته شده باشند آروماتیک نامیده می‌شوند و همه‌ی آن‌ها بوهای خاص دارند.

▲ **الکل‌ها و استرها**
استر ترکیبی کربنی است که بوی خاص سیب را به آن می‌بخشد. استرها مایع هستند و بوی خوشایندی دارند و به‌سرعت تبخیر می‌شوند. استرها در اثر واکنش الکل با یک اسید تولید می‌شوند. الکل‌ها و استرها کربن، هیدروژن و اکسیژن دارند.

فناوری کربن

صنعت کربن یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین صنایع است زیرا تعداد محصولات حاوی ترکیبات آلی (کربنی) خیلی زیاد است. فناوری کربن در تولید داروها، رنگ‌ها، الیاف مصنوعی، طعم دهنده‌های خوراکی، پلاستیک‌ها، لوازم آرایش و چسب‌ها نقش دارد. ماده‌ی خامی که مبنای تمام این محصولات قرار می‌گیرد زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی است.

▲ فیبرهای کربن

پلی اکرونیکتیل (PAN) را تا ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد حرارت می‌دهند و رشته‌های باریک فیبر کربن به‌وجود می‌آید. این ماده ضد آتش بوده و ۵ بار سبک‌تر ولی دو برابر قوی‌تر از فولاد است. فیبر کربن موارد استفاده‌ی متعددی دارد؛ مانند ساخت تجهیزات ورزشی سبک، قسمت‌های داخلی اتومبیل، لوله‌های ساختمانی و بال و دماغ شاتل‌های فضایی.

◄ تنه‌ی فیبر کربنی دوچرخه

دوچرخه‌های مسابقه اغلب از فیبر کربن ساخته می‌شوند چون هم قوی است و هم سبک و می‌تواند به شکل‌های مختلف قالب‌گیری شود. فیبرهای کربن را به‌صورت یک‌پارچه در هم می‌بافند و سپس آن را بریده و در قالب می‌ریزند. قسمت قالب‌گیری‌شده را با ماده‌ی شیمیایی به‌نام رزین پر می‌کنند و در کوره می‌پزند تا سخت و محکم شود.

میله‌ی زین ترکیبی از فیبرکربن و کولار است

لایه‌های فیبر کربن به چرخ استحکام می‌بخشند

تنه‌ی فیبر کربنی ۸ بار سبک‌تر از تنه‌ی فولادی است

چرخ لاستیکی حاوی کربن است



▲ داروها

داروهای جدید برای درمان بیماری‌های خاص از ترکیب مواد آلی به شیوه‌های جدید ساخته می‌شوند. بعضی از آن‌ها ساختاری شبیه ترکیبات موجود در بدن ما یا گیاهان‌دارند. داروهای جدید قبل از ورود به بازار تحت آزمایش‌ها متعدد قرار می‌گیرند تا از هر نوع اثرات جانبی آن‌ها اطمینان حاصل شود.

▲ رنگ

دانه‌های رنگ‌هایی‌که لباس‌های ما را رنگ می‌کنند عمدتاً ترکیبات آلی دارند. رنگ دانه‌ها سطح روی یک ماده را می‌پوشانند اما رنگ‌های لباس با ملکول‌های پارچه‌ای که باید رنگ شود پیوند می‌خورند. ملکول‌های رنگ دانه‌ها اغلب حاوی چندین حلقه اتم‌های کربن هستند.

▲ پلاستیک‌ها

تمام پلاستیک‌ها ترکیباتی آلی هستند که از پلاستیک بازیافتی یا مستقیماً از زغال سنگ، نفت خام یا گاز طبیعی به‌دست می‌آیند. پلاستیک‌ها، از کیسه‌های پلاستیکی گرفته تا میز و صندلی و سه پایه، هم سبک هستند و هم ارزان تمام می‌شوند. ملکول‌های پلاستیک از زنجیره‌های بلند اتم‌های کربن به‌نام پلیمر تشکیل شده‌اند.

▲ لوازم آرایش

مواد شیمیایی آلی، مانند روغن‌ها و رنگ دانه‌ها، را با ترکیبات تالک، خاک رس و فلزات مخلوط می‌کنند تا لوازم آرایشی چون لاک ناخن، سایه‌ی چشم، رژ لب و رژگونه، ساخته شود. لوازم آرایش جدید نیز مانند داروها باید قبل از ورود به بازار تحت آزمایش‌ها قرارگیرند تا اطمینان حاصل شود که آسیبی به انسان نمی‌رسانند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ کربن ۴۴-۴۵ • شیمی زیست ۴۶-۴۷ • صنایع شیمیایی ۵۰-۵۱ • پلاستیک‌ها ۵۲-۵۳ • سفر به فضا ۱۹۰-۱۹۱

صنایع شیمیایی

مواد لازم برای صنایع شیمیایی پیرامون ما را احاطه کرده‌اند. مواد شیمیایی لازم برای ساخت رنگ اتومبیل‌ها، پلاستیک برای رایانه‌ها و مواد مورد نیاز **صنایع دارویی** از آن جمله‌اند. مهندسین شیمی با مواد خام طبیعی ارزان، مثل **مواد پتروشیمی**، آب دریا و کانی‌ها، آغاز می‌کنند. آن‌ها مواد را با استفاده از فرایندهای فیزیکی، مثل تبخیر و واکنش‌های شیمیایی، از هم جدا می‌کنند. این فرایندها در کارخانه‌هایی به نام تأسیسات شیمیایی صورت می‌گیرد.

◄ استخراج نمک

عناصر سازنده‌ی نمک – سدیم و کلر – در ساخت رنگ‌ها، صابون‌ها، کودهای شیمیایی، شوینده‌ها و کاغذ نیز به‌کار می‌روند. نمک را به‌کمک تبخیر آب از محلول نمک به‌دست می‌آورند. در کشورهای گرم، آب دریا را در حوضچه‌های کم عمق و وسیع به نام حوضچه‌ی نمک می‌ریزند و آب با تابش آفتاب تبخیر می‌شود و نمک باقی می‌ماند. این نمک را سپس به کارخانه‌ها و سپس به سراسر دنیا حمل می‌کنند.



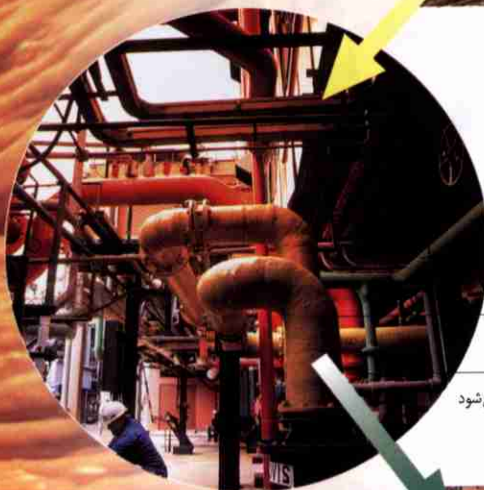


کلرید سدیم
Na2Cl2

جدا سازی آب و نمک ◄

در کارخانه های شیمیایی بزرگ، در فرایندی به‌نام الکترولیت، که طی آن یک جریان الکتریسیته از یک محلول غلیظ نمک عبور داده می‌شود، محلول نمک را به عناصر سازنده‌ی آن تجزیه می‌کنند. کلر موجود در نمک

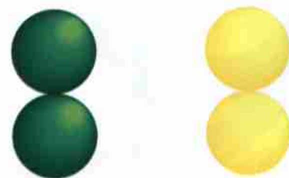
و هیدروژن آب آزاد می‌شود. سدیم و یون‌های هیدروکسید به‌صورت هیدروکسید سدیم باقی می‌ماند. این محلول قلیایی برای ساختن صابون، کاغذ و بعضی رنگ‌ها به‌کار می‌رود. کلر درساخت



لوله‌های آب به‌رنگ سبز

گاز کلر در لوله‌های زرد جمع آوری شده است

گاز هیدروژن در لوله‌های قرمز جاری می‌شود



ساخت رنگ ◄

برای ساخت رنگ‌ها، رنگ دانه‌ها را با ماده‌ای چسب دار(به‌نام نگهدارنده) در ظرف‌های بزرگ مخلوط می‌کنند. سپس ماده‌ای شیمیایی به‌نام ماده‌ی مرطوب کننده به آن افزوده و توسط همزن‌های بزرگ هم زده می‌شود. ماده‌ی مرطوب‌کننده موجب می‌شود رنگ به‌آسانی جاری شود. در رنگ‌هایی که پایه آبی دارند برای رقیق شدن از آب استفاده می‌کنند. رنگ‌های براق از ماده‌ای شیمیایی به‌نام تینر یا الکل سفید استفاده می‌کنند. پس از این که رنگ مورد استفاده قرار گرفت، ماده‌ی رقیق‌کننده و مرطوب‌ساز آن تبخیر و ماده‌ی نگهدارنده خشک و محکم می‌شود.



ساخت رنگ دانه‌ها ◄

بسیـاری‌از رنگ‌هـا بـا استفاده از هیدروکسیدسدیم ساخته می‌شوند. رنگ دانه‌ها ترکیباتی رنگی هستند که در آب حل نمی‌شوند. آن‌ها به صورت پودر بوده و به‌آسانی با یکدیگر مخلوط و رنگ‌ها و جوهرهای مختلف و مرکب چاپ تولید می‌شود. امروزه شیمیدان‌ها رنگ‌ها را در کارخانجاتی بزرگ تولید می‌کنند. رنگ دانه‌ها اغلب با مخلوط‌کردن محلول نمک با مواد شیمیایی به‌دست می‌آیند. این مخلوط را از صافی‌گذرانده و پس از خشک شدن توسط غلتک‌های بزرگ پودر می‌کنند.

صنایع پتروشیمی

نفت خام مایعی تیره و غلیظ است که از منابع زیر زمین یا دریا استخراج می‌شود. هر قطره‌ی نفت حاوی صدها ترکیب هیدروکربن (هیدروژن و کربن) است، که به آن‌ها مواد پتروشیمی می گویند. شیمیدان‌ها هیدروکربن‌های مختلف را از طریق تقطیر در پالایشگاه از یکدیگر جدا می کنند. از هیدروکربن‌ها هزاران محصول مختلف به‌دست می‌آید.



اجزای سبک‌تر گازهایی چون متان و بوتان هستند که در سیلندرهای گاز برای مصارف خانگی جمع‌آوری می‌شوند



بنزین اتومبیل در دمای ۲۰-۷۰ درجه سانتیگراد تقطیر می‌شود



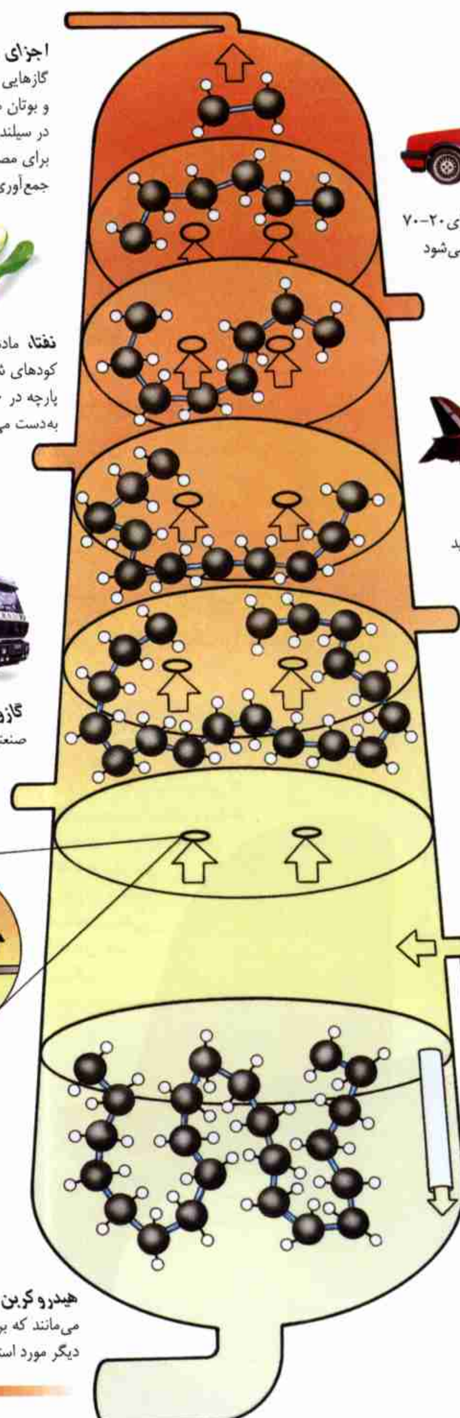
نفتا، ماده‌ی اولیه‌ی پلاستیک‌ها، کودهای شیمیایی، داروها و الیاف پارچه در ۷۰-۱۶۰ درجه سانتیگراد به‌دست می‌آید

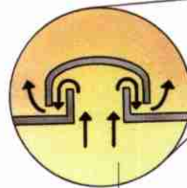


بنزین هواپیما در دمای ۱۶۰-۲۵۰ درجه به‌دست می‌آید



گازوئیل جهت سوخت کامیون‌ها و مصارف صنعتی در ۲۵۰-۳۵۰ درجه تقطیر می‌شود





گازها در ستون از سوراخ‌هایی به‌نام کلاهک‌های حباب بالا می‌روند

بخار نفت خام در ستون تقطیر جاری می‌شود

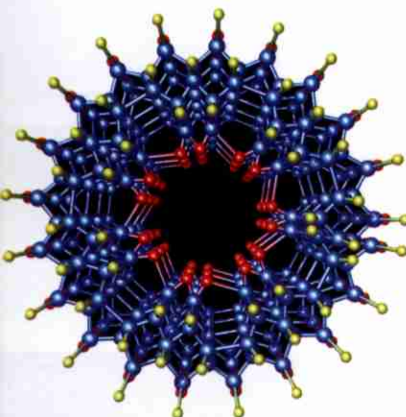
هیدروکربن‌های سنگین در ته ستون باقی می‌مانند که برای ساخت قیر و سوخت‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد

▲ **ستون تقطیر**

نفت خام را گرم می‌کنند تا به بخار تبدیل شود. بخار را به یک ستون یا برج به‌نام ستون تقطیر تغذیه می‌کنند. بخار با بالا رفتن در ستون به‌تدریج خنک می‌شود. وقتی یک جزء (یکی از ترکیبات هیدروکربن) از شکل بخار تا نقطه‌ی جوش خود خنک می‌شود تقطیر شده و به‌صورت مایع در می‌آید که برای فرآوری بیشتر با لوله به بخش دیگری از پالایشگاه منتقل می‌شود.

صنایع دارویی

صنعت داروسازی هزاران دارویی را که برای جلوگیری و مبارزه با بیماری‌ها به‌کار می‌روند تولید می کند. شیمیدان‌ها برای مبارزه با یک بیماری‌خاص موادی مصنوعی در آزمایشگاه تولید می‌کنند. این مواد به‌کمک حرارت و واکنش‌های شیمیایی به‌طور مصنوعی ساخته می‌شوند. هر ماده پس از انجام آزمایش‌های کامل و اطمینان از بی‌ضرر بودن، در داروها به‌کار گرفته می‌شوند.



تحقیق و تولید ◄

یک شیمیدان پژوهشگر ملکول‌ها را روی رایانه‌ی خود مدل سازی می کند. رایانه پایگاه داده‌ی عظیمی دارد که نشان می‌دهد اتم‌ها چگونه با یکدیگر ترکیب و نسبت به یکدیگر واکنش نشان می‌دهند. این به شیمیدان کمک می‌کند تا ملکولی را بسازد که شکل و ساختار صحیح برای واکنش با مواد شیمیایی بدن انسان داشته باشد. شیمیدان باید دانش عمیقی از بیماری خاص و مواد شیمیایی درگیرشونده‌ی بدن انسان داشته باشد.



▲ **ساخت دارو**

شیمیدان‌ها هزاران ملکول را آزمایش و ترکیبات جدیدی تولید می‌کنند تا داروی جدیدی ساخته شود. شیمیدان‌ها ترکیبات جدید را در مقادیر کوچک حداقل به‌مدت سه سال مورد آزمایش قرار می‌دهند. ترکیباتی که مناسب تشخیص داده شوند و از آزمون‌های ایمنی بگذرند به مدت ۵ سال در تحقیقات بالینی روی انسان آزمایش می‌شوند تا دارو به‌طور رسمی وارد بازار شود.

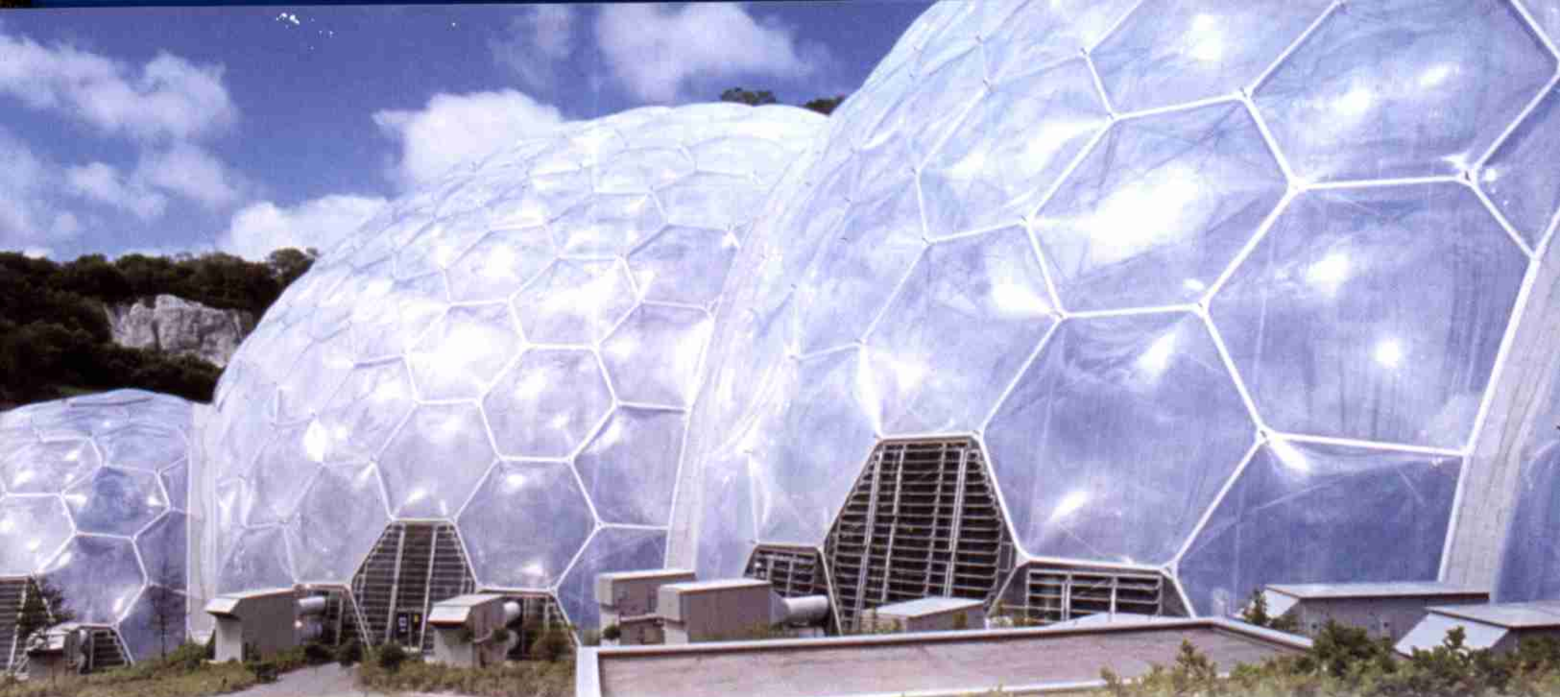


▲ **تولید دارو**

پس از تحقیقات بالینی، ترکیباتی که بیش از همه با یک بیماری واکنش موفقیت آمیز نشان داده‌اند به‌صورت داروی جدید به بازار عرضه می‌شود. قرص و کپسول دو شیوه‌ی متداول توزیع دارو هستند چون ذخیره و مصرف آن‌ها آسان است. بعضی کپسول‌ها پوششی ژلاتینی دارند که در معده‌ی انسان حل و دارو آزاد می‌شود.



نیز نگاه کنید به ◄◄ تغییر حالت ۱۶-۱۷ ● جداسازی مخلوط‌ها ۲۰-۲۱ ● مولکول‌ها ۲۸-۲۹ ● منابع زمین ۲۴۸-۲۴۹



▲ پلاستیک شفاف
پروژه‌ی عدن، در کرن وال انگلستان، مجموعه‌ای از گلخانه‌های بسیار بزرگ‌است. هر بخش ۶ وجهی آن از کیسه‌های پلاستیکی پرشده از هوایی به‌نام اتیل‌تترا فلوئورو اتیلین (ETFE) ساخته شده است. این ماده صد بار سبک‌تر از شیشه است و چسبندگی ندارد. به‌همین دلیل هر بار که باران بیاید غبار و کثافات از آن شسته و پاک می‌شود.

پلاستیک‌ها

از پلاستیک در ساخت طیف وسیعی از وسایل، از جمله میز و صندلی، رایانه و اسباب بازی، استفاده می‌شود. پلاستیک‌ها در طبیعت یافت نمی‌شوند بلکه از زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی به‌دست می‌آیند. پلاستیک‌ها از اتم‌های کربن، هیدروژن و اتم‌های دیگر، در ملکول‌های زنجیره‌ای بلندی به‌نام **پلیمر** تشکیل شده‌اند. پلاستیک‌ها به‌دلیل سبک و قوی بودن و تحمل گرما و مواد شیمیایی موارد استفاده‌ی فراوان دارند. پلاستیک را همچنین می‌توان تقریباً به هر شکل و اندازه‌ای قالب‌گیری کرد.



▲ پلاستیک عایق‌کاری
پلاستیک‌های جدید را می‌توان با خصوصیات دقیق و مشخصی‌که مناسب مصرف خاص آن باشد تولید کرد. مایلار پلاستیکی است که‌در عایق‌کاری شاتل‌های فضایی استفاده می‌شود. این ماده به‌شکل لایه‌ی پولیستر براق، قوی و سبکی است که در ورقه‌های بسیار نازک ساخته می‌شود و گرمای شدید ناشی از ورود شاتل فضایی به جو زمین را منعکس و سفینه و سرنشینانش را محافظت می‌کند.

پلاستیک رنگی ◄
پلاستیک‌ها انقلابی در طراحی به‌وجود آورده‌اند و رنگ‌ها و شکل‌هایی در اختیار می‌گذارند که قبلاً در دسترس نبود. پلاستیک مایع در قالب به شکل‌های مختلف درآورده می‌شود. افزودن رنگ‌ها به مایع پلاستیک، پلاستیک‌های رنگی زیبایی به‌وجود می‌آورد. افزودن بعضی رنگدانه‌ها پلاستیک‌های رنگی شفاف تولید می‌کند.

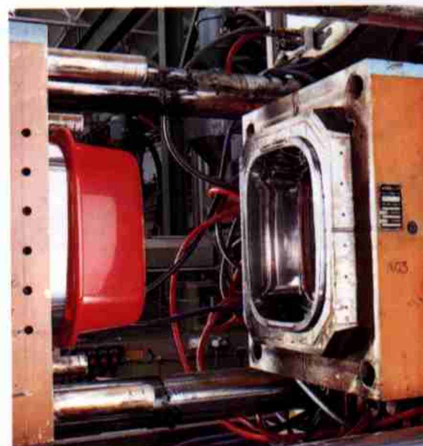


رنگدانه‌ی قرمز: رنگ قرمز براقی به صندلی می‌دهد

صندلی قالب‌ریزی شده و یک پارچه‌ی پلاستیکی



► ریخته‌گری تزریقی
کاسه‌های پلاستیکی را اغلب با ریخته‌گری تزریقی می‌سازند. ماده‌ی پلاستیکی را گرم می‌کنند تا ذوب شود و سپس پلاستیک مایع را به داخل یک قالب، که توسط گیره نگه‌داری شده، تزریق می‌کنند. پس از خنک شدن و سردشدن قالب، کالای ساخته شده را از قالب بیرون می‌آورند. این فرایند برای تولید انبوه وسایلی مثل کاسه، لگن، ظرف کره، ظرف ماست و مانند آن، استفاده می‌شود.



پلیمرها

پلاستیک‌ها پلیمرهایی مصنوعی هستند. پلیمرها موادی هستند که ملکول‌هایشان از ملکول‌های ساده‌تری به‌نام مونومر، که در زنجیره‌هایی بلند و پیچ و تاب دار به‌یکدیگر وصل می‌شوند، تشکیل شده‌اند. مونومرها حاوی کربن و هیدروژن و گاه عناصر دیگری مانند اکسیژن و نیتروژن هستند. پلیمرهای مصنوعی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: ترموپلاستیک‌ها و ترموست‌ها.

پلاستیک‌های متداول

پی وی سی
پلی وینیل کلرید (PVC) پلاستیکی است که در ساخت کارت‌های اعتباری و لباس‌های ضد آب به‌کار می رود. ماده‌ای محکم و انعطاف پذیر است که با هزینه‌ی کم تولید می‌شود و به‌آسانی می‌توان روی آن چاپ کرد.



پلی تین
دو نوع پلی تین وجود دارد: پلی‌تین چگالی پایین که برای ساخت کیسه‌های پلاستیکی سبک وزن استفاده می‌شود؛ و پلی‌تین چگالی بالا که قوی‌تر است و برای ساخت بطری‌های پلاستیکی شیر به‌کار می‌رود.



پلی استرین
پلی استرین یا PS می‌تواند یا سخت و یا اسفنجی باشد. پلی استرین سخت برای ساخت اسباب بازی‌ها و ظروف به‌کار می‌رود. پلی استرین اسفنجی برای بسته‌بندی غذاهای آماده استفاده می‌شود.



پلی اتیلین ترفتالات
که بیشتر به پی‌ای‌تی(PET) مشهور است پلاستیکی قوی است که برای ساخت بطری‌های نوشابه استفاده می‌شود. این ماده قابل بازیافت است و از بازیافت آن الیاف موکت و نوارکاست های تصویری می‌سازند.



پلی پروپیلین
پلی پروپیلین یا PP پلاستیکی با نقطه‌ی ذوب نسبتا بالا (۱۶۰ درجه سانتیگراد) است. از این ماده در ساخت فیلم‌های دوربین و مواد پلاستیکی مقاوم در برابر شوینده‌ها استفاده می‌شود.



پلی آمید
پلی آمید (PA) پلاستیکی است که در بسته بندی مواد خوراکی چرب مانند پنیر و گوشت استفاده می شود. اسم دیگر این ماده نایلون است و در ساخت پارچه، طناب، الیاف قالی و موی قلم‌موها استفاده می شود.

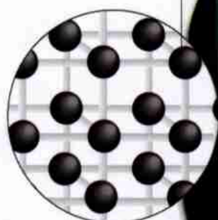


◄ ترموپلاستیک‌ها
این گلوله‌های پلاستیکی از یک پلیمر ترموپلاستیکی به‌نام PVC ساخته شده‌اند. در پلیمرهای ترموپلاستیک ملکول‌ها در زنجیره‌هایی بلند آرایش‌یافته‌اند و بین زنجیره‌ها پیوندی وجود ندارد و زنجیره‌ها در اثر حرارت به‌سادگی بر روی یکدیگر می‌لغزند. ترموپلاستیک‌ها را می‌توان به دفعات ذوب و دوباره سرد کرد. در نتیجه به‌آسانی بازیافت می‌شوند.



زنجیره‌های پلیمر ترموپلاستیک
با یکدیگر پیوند ندارند

زنجیره‌های پلیمر ترموست
با یکدیگر پیوند خورده و شبکه‌ای قوی به‌وجود می‌آورند



چرخ پلی یورتان
نیرومند و سبک است

◄ ترموست‌ها
ترموست‌ها، از جمله پلی یورتان، مورد استفاده در ساخت چرخ‌های اسکیت، را نمی‌توان ذوب و دوباره قالب گیری کرد. آن‌ها برخلاف ترموپلاستیک‌ها به‌جای ذوب شدن می‌سوزند؛ زیرا زنجیره‌های پلیمری آن‌ها در شبکه‌ای سخت به دیگر زنجیره‌ها متصل هستند و نمی‌توانند به‌آسانی بر روی یکدیگر بلغزند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ملکول‌ها ۲۸ -۲۹ • پارچه‌های مصنوعی ۵۶ • کامپوسیت‌ها ۵۷ • کش‌سانی ۶۹ ۲۶-۲۵

شیشه

شیشه، که اول بار بیش از ۵ هزار سال قبل ساخته شد، مایعی غلیظ است که هیچگاه به‌طورکامل سخت نمی‌شود. به همین دلیل است که شیشه‌ی قدیمی پنجره‌ها در پایین ضخیم‌تر از قسمت بالا هستند. شیشه هنوز هم موارد استفاده‌ی فراوان دارد زیرا ماده‌ای شفاف، محکم و نیرومند است که می‌تواند بارها ذوب و بازیافت شود. شیشه‌ی مذاب را می‌توان به شکل‌های مختلف، از جمله ورقه‌های تخت برای پنجره‌ها و حتی الیاف باریک و نخ مانند، شکل داد. **فناوری شیشه** پیشرفت بسیار بالایی داشته تا جایی که می‌توان شیشه‌هایی مقاوم در برابر آتش و نشکن تولید کرد.



◄ معماری شیشه‌ای
بیش از ۷ هزار ورقه‌ی لوزی شکل شیشه‌ای در ساخت برج سوئیس در لندن به‌کار رفته است. هر ورقه مسطح است اما با قرارگرفتن این ورقه‌ها در کنار یکدیگر در یک شبکه‌ی فولادی، ساختمانی دارای انحنا به‌وجود آمده است. نور از این پنجره‌هایی که از زمین تا سقف امتداد دارند به‌درون می‌تابد و نمایی ۳۶۰ درجه‌ای از شهر لندن در اختیار ساکنین آن قرار می‌دهد.

ساخت شیشه

شیشه‌ی مذاب ◄
مخلوط ماسه، خرده شیشه، جوش شیرین و آهک در کوره حرارت داده می‌شود و در حدود ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد این مخلوط ذوب و شیشه‌ی مایع (مذاب) ایجاد می‌شود که به قسمت‌های کوچکتری به‌نام کلوخه برش می‌خورد.

شکل دهی ◄
کلوخه‌ها را در قالب‌هـای بطری‌وار می‌ریزند و هوای فشرده بـه درون آن می‌دمند تا شیشه به طرف دیوارهای قالب رانده شود. بطری‌ها را از قالب ها جدا می‌کنند و دوباره کمی حرارت می‌دهند تا ناخالصی‌ها گرفته شود.

خنک سازی ◄
بطری‌ها را روی یک نقاله‌ی متحرک و در شرایط دقیقاً کنترل شده به آرامی خنک می‌کنند. این عمل به گونه‌ای صورت می‌گیرد که دانه‌های غبار وارد شیشه نشود و همچنین، شیشه نشکند.



▲ شیشه‌ی رنگی
شیشه‌ی رنگی با حل‌کردن ترکیبات فلزی و ماسه‌ی مذاب به‌دست می‌آید. ترکیبات مختلف فلزی رنگ‌های متفاوتی به‌وجود می‌آورند؛ مثلاً سولفید سلنیوم شیشه را قرمز می‌کند. ترکیبات آهن و کروم شیشه‌هایی با رنگ سبز تیره می‌سازند.

فناوری شیشه

مهندسین مواد خواص شیشه را طوری بهبود بخشیده‌اند که در طیف وسیعی از مصارف به‌کار می‌آید. شیشه‌ی ضد حرارت اجاق‌ها با افزودن مواد شیمیایی به شیشه‌ی مذاب ساخته می‌شود که باعث می‌شود نور از شیشه عبور کند اما حرارت از آن نگذرد. شیشه ی اتومبیل‌ها با سرد کردن سریع شیشه‌ی مذاب به‌کمک امواج تند هوای سرد به‌صورت نشکن در می‌آید. لوله‌های آزمایش و دیگر وسایل شیشه‌ای مورد استفاده در آزمایشگاه‌های علمی باید بتوانند دماهای بالا را تحمل کنند. این نوع شیشه‌ها را با افزودن اکسیدبورون به مواد خام و به‌دست آمدن بروسیلیکات‌ها ضدحرارت می‌کنند.

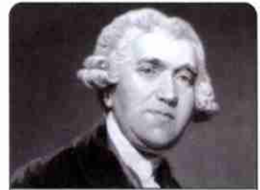
فیبر نوری به نازکی مو و بسیار انعطاف پذیر است

الیاف نوری ◄
شیشه‌ی مذاب را می‌توان به‌صورت لوله‌های بسیار نازک به‌نام الیاف نوری درآورد. یک شعاع نور در طول یک لوله تابانده می‌شود که حتی پیچ‌های آن را نیز دنبال می‌کند. الیاف نوری در کابل‌های تلفن استفاده می‌شود. پالس‌های نور اطلاعات را در طول لوله منتقل می‌کنند. الیاف نوری همچنین در دستگاه‌های آندوسکوپی (که برای مشاهده‌ی درون بدن انسان به‌کار می‌رود) استفاده می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◄◄ مواد جدید ۵۸-۵۹ ● عدسی‌ها ۱۱۵ ● مخابرات ۱٤۶

سرامیک

کلمه‌ی سرامیک برگرفته از یک لغت قدیمی یونانی به معنی «خاک پخته» است. سرامیک‌ها را با گرما دادن مخلوط خاک و گل در کوره می‌سازند. چینی، آجر و سفال نیز از خاک پخته به‌دست می‌آیند. در چند دهه‌ی اخیر **سرامیک‌های پیشرفته**‌ای درست شده‌اندکه ویژگی‌هایی برتر از سرامیک‌های سنتی دارند.



جوسیا وجوود
انگلیسی، ۱۷۳۰-۱۷۹۵
سفالگر معروف که ظروف سفالی رنگی فراوانی از خود به جا گذاشته است. او بیشتر به خاطر ظروف جاسپر با طرح های کلاسیک و رنگ‌های سفید بر روی زمینه‌ی آبی یا سبز شهرت دارد. وی همچنین مخترع دماسنج کوره است.

معماری بتنی ◄
موزه‌ی عظیم گاگنهایم در ۱۹۵۹ با بتن ساخته شد. بتن هنوز هم از مصالح اصلی ساختمان‌ها به‌شمار می‌آید. بتن متشکل از سیمان و ماده‌ای سفالی است که با خردکردن و حرارت دادن گل رس، گچ و ماسه به‌دست می‌آید. این ماده که بسیار شبیه ساروج است پس از خشک شدن با سیمان، آب، ماسه و ریگ مخلوط می‌شود تا بتن به‌دست آید. بتن پس از خشک شدن بسیار محکم و نیرومند است.



▲ چینی
چینی از دیگر ظروف سفالی باقت ظریف‌تری دارد. چینی را از نوعی خاک سفید به‌نام کائولین می‌سازند که تا دماهای بسیار بالا حرارت داده می‌شود. بیشتر وسایل سفالی آب را از خود عبور می‌دهند مگر این که لعاب دار باشند. چینی به‌طور طبیعی در مقابل آب مقاوم است و ارزش آن به‌دلیل ظرافت و صافی آن است.

ساخت سفال ها



◄ سفالگری
سرامیک‌ها را می‌توان بر روی یک چرخ گردان شکل داد. سفالگر گل را در مرکز چرخ می‌گذارد و سپس با ظرافت آن‌ها را به کمک دست به شکل‌های مختلف در می‌آورد.



◄ پختن
ظروف را پس از خشک‌شدن، در کوره می‌پزند. برای لعاب دادن سفال ماده‌ی رنگی را روی آن می‌مالند و آن را دوباره می‌پزند. لعاب باعث می‌شود سفال ضدآب شود.



◄ تزئین
ظروف را پس از لعاب دادن می‌توان با نقاشی و استفاده از رنگ‌های مختلف تزئین کرد؛ که برای دائمی‌شدن نقش‌ها باید دوباره آن‌ها را در کوره حرارت داد.

سرامیک‌های پیشرفته

امروزه از سرامیک‌های زیستی برای جایگزینی دندان‌ها و استخوان‌ها استفاده می‌شود. آن‌ها را از یک عنصر ویژه‌ی خاک رس خالص می‌سازند که تا دمای خاص (گاه در محیط گازی ویژه، مثل نیتروژن) حرارت داده می‌شوند. این کار باعث تغییر ساختار و ویژگی‌های شیمیایی سرامیک می‌شود.

سرامیک‌های شاتل فضایی ◄
سفال‌های شاتل فضایی یکی از انواع سرامیک‌های پیشرفته است که می‌تواند تا دمای ۱۲۸۰ درجه‌ی سانتیگراد را تحمل کند. شاتل‌های فضایی با بیش از ۳۰۰۰۰ قطعه سفال پوشانده می‌شوند تا از آن‌ها در مقابل گرمای شدید ناشی از ورود شاتل به اتمسفر زمین در هنگام بازگشت از فضا محافظت کند.



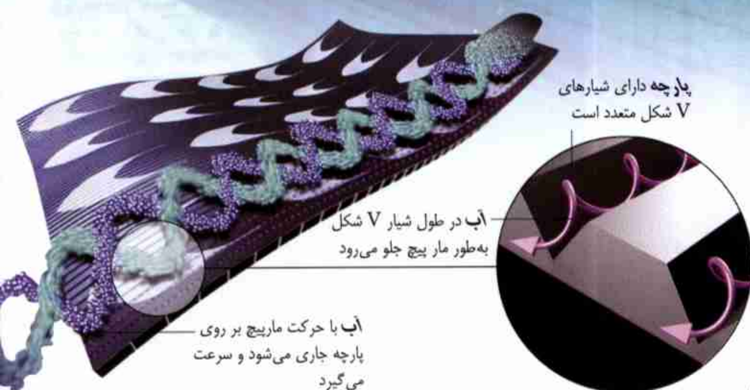
نیز نگاه کنید به ◄◄ پارچه‌های مصنوعی ۵۶ • مواد جدید ۶۰-۶۱ • مخابرات راه دور ۱۴۶ • سفر به فضا ۱۹۰-۱۹۱



▲ **فست اسکین**
لباس چسبانی که از پارچه‌ی فست اسکین ساخته می‌شود به شناگر کمک می‌کند سریع‌تر از زمانی که لباس شنای معمولی به تن دارد در آب پیش برود. این پارچه نوعی پارچه‌ی کش‌سان است که از پولیستر و لیکرا ساخته می‌شود. این لباس چسبان از چندین قطعه پارچه‌ی فست اسکین ساخته شده است که بدن شناگر را در خود می‌گیرد و تا حد ممکن آن را باریک تر می‌کند.

پارچه‌های مصنوعی

پارچه‌های مصنوعی، از جمله نایلون و پولیستر، تماماً از مواد شیمیایی ساخته می‌شوند. پارچه‌های طبیعی، مثل پارچه‌های کتان، ابریشمی و پشمی، از الیاف گیاهی یا جانوری ساخته می‌شوند. پارچه‌های مصنوعی به‌دلیل ویژگی‌های پیشرفته و برترشان در مقایسه با مواد طبیعی به‌کار گرفته می‌شوند. مثلاً بارانی‌های پلاستیکی آب را از خود عبور نمی‌دهند و لیکرا پارچه‌ای است که کش می‌آید و دوباره به شکل اول برمی‌گردد.



فناوری فست اسکین ◀
در اختراع فست اسکین از طبیعت الهام گرفته شده است.
مهندسین دریافتند که کوسه‌ها شیارهایی V شکل بر روی پوست خود دارند که اجازه می‌دهند آب با سرعت زیاد بر روی پوست حرکت کند. فست اسکین نیز به چنین شیارهایی مجهز است. شیارها در کاهش نیروی پسای آب و به جلو راندن شناگر کمک می‌کنند.

▶ **ساخت پارچه‌های مصنوعی**
نقطه‌ی شروع بیشتر پارچه‌های مصنوعی مایعی است که از فراورده‌های زغال سنگ، نفت خام و یا گاز طبیعی به‌دست می‌آید. این مایع را از سوراخ‌های بسیار ریز عبور می‌دهند و مایع پس از عبور از سوراخ‌ها خنک و جامد می‌شود و نخ‌های ظریف به‌وجود می‌آید. این نخ‌ها را در یکدیگر می‌بافند و به‌شکل پارچه در می‌آورند.





▼ **دستکش کولار (Kevlar)**
این اشیای تیز و برنده‌ی فلزی را می‌توان با استفاده از دستکشی ساخته شده از پارچه‌ای به‌نام کولار جابه‌جا کرد بدون این که به دست آسیبی برسد. الیاف کولار از زنجیره‌های ملکولی پیچیده و بلندی با پیوند قوی بین زنجیره‌ها ساخته شده‌اند. این ساختار نیرومند باعث می‌شود که پارچه‌ی کولار علاوه بر سبکی و انعطاف پذیری ۵ برابر نیرومندتر از فولاد باشد. از کولار در ساخت جلیقه‌های ضد گلوله نیز استفاده می‌شود.



نخ‌های نایلون ◀
نایلون اولین پارچه‌ی مصنوعی بود که در ۱۹۳۸ ساخته شد. زنجیره‌های بلند ملکول‌هایی به‌نام پلی آمید با حرارت دادن یک محلول پلیمر تا ۲۶۰ درجه سانتیگراد حاصل می‌شود. مایع را با فشار از سوراخ می‌گذرانند و رشته‌های نخ را در حمام خنک ساز سرد می‌کنند. سپس نخ ها را در یکدیگر می‌بافند و پارچه‌ی نایلون به‌دست می‌آید.

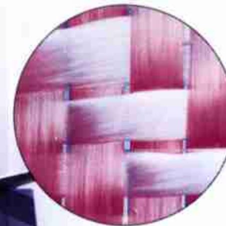
پارچه‌های مصنوعی
synthetics

نیز نگاه کنید به ◀◀ صنایع شیمیایی ۵۰-۵۱ • پلاستیک‌ها ۵۲-۵۳ • کش سانی ۶۹

کامپوسیت‌ها

کامپوسیت ترکیبی از دو یا چند ماده‌ی مختلف است. ماده‌ی جدید مجموعه‌ی از بهترین خواص– مانند استقامت و سبکی–هر دو ماده‌ی اولیه را دارد. بدنه‌ی قایق‌ها، دوچرخه‌ها، راکت‌های تنیس و حتی ماده‌ای که دندان‌ها را با آن پر می‌کنند از کامپوسیت‌ها ساخته می‌شوند. بیشتر کامپوسیت‌ها مواد مصنوعی هستند اما در طبیعت نیز وجود دارند.

◄ کامپوسیت طبیعی
استخوان کامپوسیتی از هیدروکسی آپاتیت و پروتئینی به‌نام کلاژن است. هیدروکسی آپاتیت ماده‌ای شکننده و سخت و صلب است که استقامت بافت استخوانی را باعث می‌شود. کلاژن نرم و اسفنجی است و به استخوان انعطاف پذیری می‌دهد. استخوان انسان از ۸۰ تا ۹۰ درصد هیدروکسی آپاتیت و ۱۰ تا ۲۰ درصد پروتئین کلاژن تشکیل شده است.



فیبر شیشه (فایبرگلاس) ◄
این تصویر فیبر شیشه که بسیار بزرگ‌تر از اندازه‌ی طبیعی است. چگونگی بافت الیاف شیشه‌ای نازک در یکدیگر را نشان می‌دهد. الیاف بافته شده توسط ماده‌ای پلاستیکی به‌نام رزین پوشانده می‌شود. در نتیجه، این ماده استقامت شیشه و انعطاف‌پذیری رزین را به‌خود می‌گیرد.

▼ گلایدر سبک وزن
فیبر شیشه ماده‌ای بسیار مناسب برای ساخت گلایدر است زیرا وزن بسیار کم اما استقامت بسیار بالایی دارد. توانایی آن به قالب گیری شدن و شکل گیری نیز آن را برای ساخت بدنه‌ی قایق‌های بادبانی کوچک مناسب می‌سازد. بدنه‌ی این قایق‌ها را به‌صورت یکپارچه قالب‌گیری می‌کنند و قالب‌ها درز و شکاف ندارند؛ بنابراین آب نمی‌تواند به داخل قایق نشت کند.

صفحه‌ی دم (سکان) این هواپیما به‌طور یکپارچه از فیبر شیشه قالب گیری شده است

کامپوسیت‌ها
composites

شیشه‌ی جلوی این اتومبیل از کامپوسیت شیشه و پلاستیکی به‌نام پلی وینیل بوتیرال (PVB) ساخته شده است

کمربند ایمنی از کامپوسیت پلی اتیلین ترفتالات ساخته شده است

داشبورد اتومبیل از پلی‌پروپیلین که یک کامپوسیت پلاستیکی است ساخته می‌شود

بدنه وشاسی از یک کامپوسیت فولاد تشکیل شده است

▲ اتومبیل اسمارت (هوشمند)
این اتومبیل اتومبیلی دو نفره و بسیار سبک است و در نتیجه، سوخت کمتری از اتومبیل‌های سنگین‌تر استفاده می‌کند. همچنین طراحی آن باعث شده تا در مراکز شلوغ شهرها به جای کمتری نیاز داشته باشد. حدود ۴۰ درصد از یک اتومبیل هوشمند از مواد کامپوسیتی ساخته می‌شود که به‌یکدیگر وصل می‌شوند و در نتیجه، قسمت‌ها را می‌توان به‌آسانی تعویض کرد.

گلگیرها از پلی کربنات (PC) و پلی میتیلین ترفتالات (PVT) ساخته می‌شوند

لاستیک‌ها از کامپوسیت لاستیک و سیلیک‌ها ساخته شده‌اند

نیز نگاه کنید به ◄◄ جامدات ۱۲-۱۳ • پلاستیک‌ها ۵۲-۵۳ • شیشه ۵۴ • قایق ۹۵

مواد جدید

دانشمندان مواد، مواد جدیدی را می‌سازند و آزمایش می‌کنند که کارهای بهتری نسبت به مواد موجود انجام دهند و یا ساخت آن‌ها آسان‌تر یا ارزان‌تر باشد. دانشمندان از دانش چگونگی ترکیب اتم‌های ملکول‌ها به راه‌های جدید استفاده می‌کنند. آن‌ها همچنین مواد موجود را در معرض فشار و حرارت قرار می‌دهند تا موادی با خصوصیات جدید به‌دست آید. حتی می‌توانند موادی تولید کنند که **مواد هوشمند** نامیده می‌شوند و نسبت به محیط خود واکنش نشان می‌دهند.



آئوروژل مانع از سوختن دست توسط شعله می‌شود

آئوروژل آنقدر سبک است که روی شعله شناور می‌ماند

شعله باید حرارتی بیش از ۱۲۰۰ درجه داشته باشد تا آئوروژل را ذوب کند

▲ آئوروژل
آئوروژل یکی از سبک‌ترین مواد بر روی زمین است که به شکل خالص می‌تواند حتی در هوا شناور بماند. از دیگر خصوصیات بارز آن خاصیت عایق‌سازی آن است که پوست دست را از حرارت شعله‌ی یک مشعل نیز محافظت می‌کند. آئوروژل از مخلوط کردن یک ترکیب سیلیکانی با دیگر مواد شیمیایی برای به‌دست آوردن یک ژل مرطوب ساخته می‌شود. این ژل سپس در دما و فشار بسیار بالا خشک می‌شود.





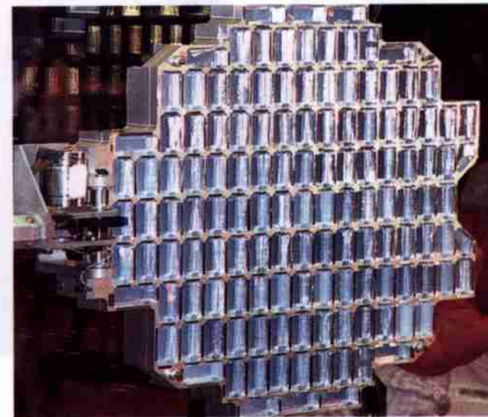
▲ پارچه‌ی ضدحرارت
کوهنوردان در هوای بسیار سرد کوهستان به لباس‌هایی احتیاج دارند که هم گرم و هم سبک باشد تا جلوی تحرک آن‌ها گرفته نشود. آئوروژل پارچه‌ای بسیار سبک و عایق است که به‌صورت آستر در لباس‌های کوهنوردی به‌کار می‌رود. این ماده از دی اکسید سیلیکان – همان ماده‌ای که شیشه از آن ساخته می‌شود – ساخته شده است. اما آئوروژل از ۹۰ درصد هوا تشکیل شده و در نتیجه، هزار بار سبک‌تر از شیشه است.



دنباله‌دار وایلد ۲
استارداست در ژانویه‌ی ۲۰۰۴ به این دنباله دار رسید. جمع‌آوری کننده‌ی غبار، دانه‌های غبار دنباله دار به اندازه‌ی دانه‌های ماسه را جمع آوری می‌کند. دانشمندان امیدوارند با مطالعه‌ی این ذرات بتوانند آگاهی بیشتری نسبت به دنباله دارها و منظومه‌ی شمسی به‌دست آورند.



استارداست (غبار ستاره‌ای)
بافت اسفنجی صفحات به‌کار رفته در سلول‌های آئوروژلی استارداست باعث می‌شود که ذرات غبار دنباله دار که با سرعت‌هایی شش برابر سریع‌تر از گلوله حرکت می‌کنند از سرعتشان کاسته شود و بدون خرد شدن جمع آوری شوند.



جمع‌آوری غبار دنباله‌دار
اسا سلول‌هایی از جنس آئوروژل را در سفینه‌ای به‌نام استارداست برای جمع‌آوری غبارهای دنباله داری به‌نام وایلد ۲ به‌کار برد. ین جمع آوری کننده‌ی غبار دنباله دار سلول‌هایی مستطیل شکل دارد که توسط لایه‌ای از آئوروژل پوشانده شده‌اند.



تلفن همراه می‌تواند جمع شود و یا به هر صورتی درآید

▲ **تلفن همراه پارچه‌ای**
این نمونه‌ی تلفن پارچه‌ای ساخته شده از الکتکس بسیار سبک و ضدآب است. آن را می‌توان تا کرد و بدون شکسته شدن در جیب گذاشت. این ویژگی‌ها باعث شده که آن‌ها بسیار بادوام‌تر از تلفن‌های همراه معمولی باشند.

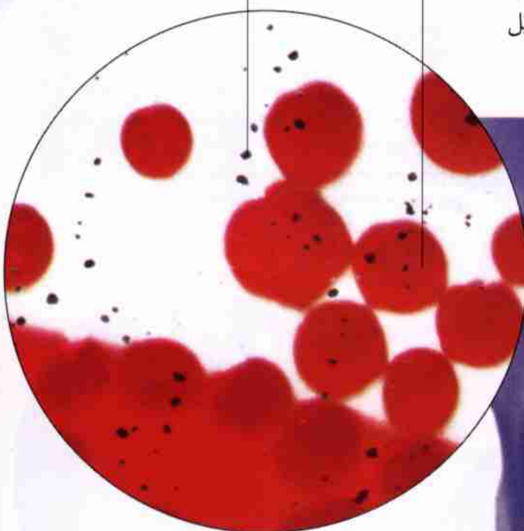


◀ **پارچه‌های رسانا**
این رایانه از پارچه‌ی رسانای الکتریسیته ساخته شده است. این پارچه که الکتکس نامیده می‌شود حاوی الیافی است که لایه‌ی نازکی از نقره و مس دارند. ریزتراشه‌های بافته شده در پارچه پالس‌های الکتریکی الیاف را به داده‌های دیجیتال تبدیل می‌کنند که می‌توانند بر روی صفحه‌ی رایانه دیده شوند.

این رایانه را می‌توان بدون از دست رفتن ویژگی‌های رسانای آن تا و بسته بندی کرد

مواد هوشمند

مواد هوشمند می‌توانند تغییرات محیطی خود را حس کرده و نسبت به آن‌ها واکنش نشان دهند. هر نوع ماده‌ی هوشمند ویژگی متفاوتی دارد – مانند سختی، رنگ، شکل و یا هدایت الکتریسیته. به‌عنوان مثال، یک ماده‌ی پیزوالکتریک وقتی خم شود جریان الکتریسیته‌ی ضعیفی تولید می‌شود که از آن در کیسه‌ی هوای مسافر در اتومبیل‌ها استفاده می‌کنند. اگر اتومبیل ناگهان متوقف شود، ماده‌ی پیزوالکتریک خم می‌شود و بار الکتریکی جاری موجب باد شدن کیسه‌ی هوا می‌شود.



کاتالیزور سیاه به ملکول‌های مونومر درون مایع کمک می‌کند با پیوستن به‌یکدیگر به‌صورت پلاستیک درآیند

کپسول‌های کوچک حاوی مایع مونومر

▲ **پلاستیک خودترمیم شونده**
پلاستیک از هزاران ملکول کوچک به‌نام مونومر، که در پیوند با یکدیگر پلیمرها را می‌سازند، تشکیل شده است. یک پلاستیک خود ترمیم شونده‌ی جدید حاوی کپسول‌های بسیار ریزی است که با مایع مونومر پر شده‌اند. در صورت ایجاد شکستگی در پلاستیک، کپسول‌ها می‌شکافند و مایع به‌درون شکاف جاری می‌شود. کاتالیزور سیاه موجود در پلاستیک ملکول‌های مونومر مایع را به‌یکدیگر پیوند می‌دهند تا پلیمری به‌وجود آید و پلاستیک جدیدی ساخته می‌شود که شکاف را ترمیم می‌کند.



مفصل پلاستیکی ممکن است در اثر استفاده‌ی مدام ترک‌های ریز بر دارد

▲ **مفصل لگن پلاستیکی**
پلاستیک‌های خود ترمیم شونده می‌توانند پیشرفت چشمگیری در جراحی به‌وجود آورند. اگر یک مفصل مصنوعی استخوان – مثلاً یک مفصل فلزی – فرسوده شود، جایگزین‌کردن آن بسیار دشوار است. اما مفصلی ساخته شده از پلاستیک خود ترمیم‌شونده می‌تواند مثل استخوان طبیعی خود را ترمیم کند. در صورت ترک برداشتن، مفصل مصنوعی ظرف چند روز دوباره به شکل اصلی و سالم برمی‌گردد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ ملکول‌ها ۲۸-۲۹ ● پلاستیک‌ها ۵۲-۵۳ ● پارچه‌های مصنوعی ۵۶ ● الکتریسیته ۱۲۶-۱۲۷

بازیافت

بسیاری از چیزهایی را که معمولاً دور می‌اندازیم، از جمله کاغذ، شیشه، فلزات، لاستیک‌ها و مانند پوست میوه‌ها و سبزیجات و چمن و **تجزیه‌شدنی زیستی** را می‌توانیم بازیافت و دوباره استفاده کنیم. بازیافت موجب حفظ منابع طبیعی مانند درختان و نفت خام می‌شود. همچنین در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود، چون ساخت مواد جدید از مواد بازیافتی انرژی کمتری از ساخت کالا از مواد جدید مصرف می‌کند. مثلاً برای استخراج آلومینیوم از سنگ معدن به ۹۳ درصد انرژی بیشتر نسبت به بازیافت آن نیاز است.



فقط فلزات مغناطیسی
توسط آهن ربا جذب می‌شوند

▲ آهن ربای الکتریکی
آهن و فولاد فلزاتی مغناطیسی هستند که توسط یک آهن ربای مغناطیسی از دیگر فلزات برای بازیافت جدا می‌شوند. این آهن ربای بزرگ الکتریکی که با سه زنجیر قوی به یک جرثقیل وصل است، فلزات مغناطیسی را جذب می‌کند و فلزات غیر مغناطیسی روی زمین باقی می‌ماند. اتومبیل‌ها مقادیر زیادی فولاد و آهن دارند؛ لذا لاشه‌های اتومبیل یکی از منابع اصلی فلزات بازیافتی است.



▲ نورد فولاد
قطعات فولاد را رشته رشته کرده و یا می‌کوبند و سپس در کوره ذوب می‌کنند. فولاد ذوب شده را در قالب می‌ریزند و شمش فولاد می‌سازند. شمش‌های فولاد پس از سرد و جامد شدن دوباره حرارت داده شده و به ورقه‌های نازک تبدیل می‌شوند.



▲ ورق فولاد
ورق‌های فولاد را برای ساخت کالاهای متعدد از قبیل قوطی‌های مواد خوراکی و قطعات اتومبیل به‌کار می‌برند. فولاد از جمله فلزاتی است که صد درصد قابل بازیافت است؛ یعنی فولاد بازیافتی دقیقاً همان خصوصیات فولاد اولیه را دارد.



بولدوزرها فلزات را می‌کوبند
تا فضای کمتری اشغال کنند

قبرستان ضایعات ◄
بیشتر زباله‌ها را در چاله‌های بزرگی به‌نام قبرستان ضایعات می‌ریزند و سپس با یک لایه‌ی خاک روی آن را می‌پوشانند تا مواد سمی به خاک اطراف نشت نکند و موجب آلودگی منابع آب نشود. در این چاله‌ها لوله‌هایی تعبیه شده است که گاز متان سمی را جمع آوری و استخراج می‌کند. اگر بیش از این به بازیافت اهمیت ندهیم به‌زودی جا برای دفن فضولات کم می‌آوریم.



◄ هواپیماهای اسقاطی
این قبرستان هواپیماها در صحرای آریزونا، ایالات متحده، هزاران هواپیما دارد که دیگر قابل استفاده نیستند. در این‌جا همچنین انبار بسیار بزرگی از قطعات یدکی وجود دارد که می‌توانند در هواپیماهای دیگر استفاده شوند. بعضی از قسمت‌های هواپیماها را می‌توان بازیافت و به کالاهای آلومینیومی جدیدی، مثل قوطی‌های نوشابه، تبدیل کرد.



آلومینیوم این قوطی ممکن است قبلاً قطعه‌ای از یک هواپیما بوده باشد

بمب افکن های ب ۵۲ در ردیف‌های منظم منتظر بازیافت شدن هستند



این کتابخانه از پلاستیک PET بازیافتی ساخته شده است



پلاستیک بازیافتی ◄
پلاستیک‌هایی چون پلی اتیلن ترفتالات (PET) مورد استفاده در بطری‌های نوشابه، می‌توانند بازیافت شوند چون جنس پلاستیک آن‌ها از نوع ترموپلاستیک است. پلاستیک‌ها پس از ذوب شدن می‌توانند دوباره در قالب‌هایی با شکل‌های جدید ریخته شوند. فقط می‌توان ترموپلاستیک‌ها را بازیافت کرد. پلاستیک‌های ترموست در برابر حرارت به‌جای ذوب شدن می‌سوزند.



بطری نوشابه از جنس پلاستیک PET



کاغذ روزنامه بازیافتی
به دلیل وجود جوهر بر روی کاغذ قبلی کمی خاکستری رنگ است

ایستگاه جداسازی در یک کارخانه بازیافت کاغذ



بازیافت کاغذ ◄
کاغذها را قبل از بازیافت به درجات مختلف تقسیم و از هم جدا می‌کنند سپس آن را با آب و مواد شیمیایی خمیر می‌کنند تا خمیر کاغذ به‌دست آید. پس از پاک سازی خمیر کاغذ و بیرون آوردن چیزهایی مثل منگنه، چسب و یا جوهر، خمیر کاغذ را روی صفحه‌های تخت پخش کرده و پس از خشک شدن، به‌عنوان کاغذ روزنامه مورد استفاده قرار می‌دهند.

تجزیه‌شدنی زیستی

بقایای موجودات زنده معمولاً تجزیه شدنی زیستی نامیده می‌شوند. آنها با کمک بعضی میکروارگانیسم‌ها به موادی ساده‌تر تبدیل می‌شوند. برگ درختان پس از پوسیدن به خاک برگ یا کود باغچه و دی اکسیدکربن تبدیل می‌شود که هر دو در طبیعت بازیافت می‌شوند. بیشتر پلاستیک‌ها از نظر زیستی پوسیدنی نیستند. آن‌ها با مواد طبیعی که میکروار گانیسم‌ها می‌توانند هضم کنند تفاوت دارند.



قارچ‌ها در حال تجزیه‌ی توده‌ی مواد گیاهی



خاک برگ یا کود باغچه ◄
ساخت خاک برگ راه خوبی برای بازیافت مواد گیاهی است که معمولاً دور می‌ریزیم. پوست میوه‌ها و بقایای سبزیجات، خاک اره و چمن را می‌توان در یک محفظه‌ی بزرگ ریخت تا پس از چند ماه، میکروارگانیسم‌ها آن را به خاک برگ یا کود گلدانی تبدیل کنند. این ماده‌ی تیره رنگ و غنی را می‌توان برای تغذیه‌ی گیاهان در باغچه مورد استفاده قرار داد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ فلزات ۳۴-۳۵ • پلاستیک‌ها ۵۲-۵۳ • آب‌های سطحی ۲۳۳ • آلودگی ۲۵۰ • قارچ‌ها ۲۸۲-۲۸۳



نیرو و انرژی

نیرو	۶۴
دینامیک	۶۶
اصطکاک	۶۸
کش‌سانی	۶۹
حرکت	۷۰
گرانش	۷۲
نسبیت	۷۳
فشار	۷۴
انرژی	۷۶
کار	۷۸
گرما	۸۰
انتقال گرما	۸۲
رادیواکتیویته	۸۴
انرژی هسته‌ای	۸۵
منابع انرژی	۸۶
ماشین‌ها	۸۸
موتور	۹۲
وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای	۹۳
شناوری	۹۴
قایق	۹۵
پرواز	۹۶
هواپیماها	۹۷
امواج انرژی	۹۸
صوت	۱۰۰
بلندی صدا	۱۰۲
تن صدا	۱۰۳
اصوات موسیقیایی	۱۰۴
آکوستیک	۱۰۶
ضبط و بازسازی صدا	۱۰۸
نور	۱۱۰
لیزر	۱۱۲
بازتاب	۱۱۳
شکست	۱۱۴
عدسی‌ها	۱۱۵
میکروسکوپ	۱۱۶
تلسکوپ	۱۱۷
دوربین	۱۱۸
سینما	۱۲۰
رنگ	۱۲۲



نیرو

از حرکات سیاره‌ها تا انرژی تولید شده در داخل اتم‌ها و هر چیزی که در جهان اتفاق می‌افتد به‌وسیله‌ی نیرو انجام می‌شود. نیرو عبارت است از فشاری که می‌تواند یک شیء را حرکت دهد یا نیروهای دورانی. هر چه مقدار نیرو بزرگ‌تر باشد حرکتی که ایجاد می‌کند بیش‌تر است، وقتی دو یا چند نیرو بر یک جسم اثر کنند، اثر آن‌ها یک **نیروی** مرکب یا **برهم** است. گاهی نیروها با هم جمع می‌شوند تا نیروی بزرگ‌تری بر جسم عمل کند و گاه نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند.



▲ **طناب کشی**
در این ورزش دو گروه از دو طرف طنابی را می‌کشند. گروهی که مجموع نیروهایشان بیش‌تر باشد گروه دیگر را به‌طرف خود می‌کشند و بازی با عبور یک گروه از خط میانه پایان می‌یابد.

نیوتون



نیرو را با واحدی به نام نیوتون اندازه می گیرند که به افتخار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی نام گذاری شده است. اندازه ی نیرو را با دستگاهی به نام نیوتون متر یا نیومتر اندازه گیری می کنند. کشش بار فنر را کش می آورد و میزان کشش روی یک مقیاس نشان داده می شود. نیروی جاذبه (ثقل) در سطح زمین برابر با یک کیلوگرم (۹/۸ نیوتون) است.

نیروهای دورانی

اگر جسمی از یک نقطه ثابت باشد و بتواند به دور آن نقطه چرخش کند، آن نقطه را مرکز دَوَران می‌گویند. نیروی دورانی را گشتاور و اثری را که ایجاد می‌کند ممان یا لنگر می‌گویند. هر چه نیرو بزرگ‌تر باشد ممان بیش‌تر است. همچنین با افزایش فاصله‌ی نقطه‌ی اثر نیرو با مرکز دوران، ممان افزایش می‌یابد.

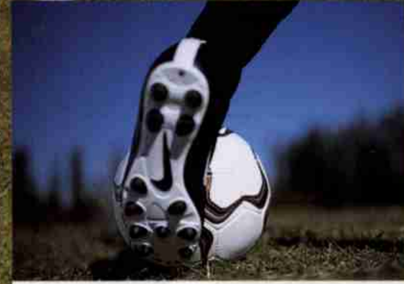


▶ **فرغون**
فرغون می‌تواند حول یک چرخ بزرگ در جلو دوران کند. وقتی کارگر دسته را بالا می‌آورد بار در کفه‌ی فرغون حول محور چرخ می‌چرخد. طول کفه و دسته موجب افزایش گشتاور می‌شود و تخلیه یا حمل بار سنگین را آسان‌تر می‌کند.





▶ **افزایش ممان**
بازکردن یک مهره به‌وسیله‌ی آچار بسیار آسان‌تر از بازکردن آن با انگشتان است؛ زیرا دسته‌ی بلند آچار ممان نیرو را افزایش می‌دهد. اندازه‌ی یک ممان برابر است با نیروی استفاده شده ضرب در فاصله‌ی ورود نیرو تا نقطه‌ی دوران. اگر طول دسته‌ی آچار دو برابر شود، مقدار ممان دو برابر و بازکردن مهره آسان‌تر می‌شود.



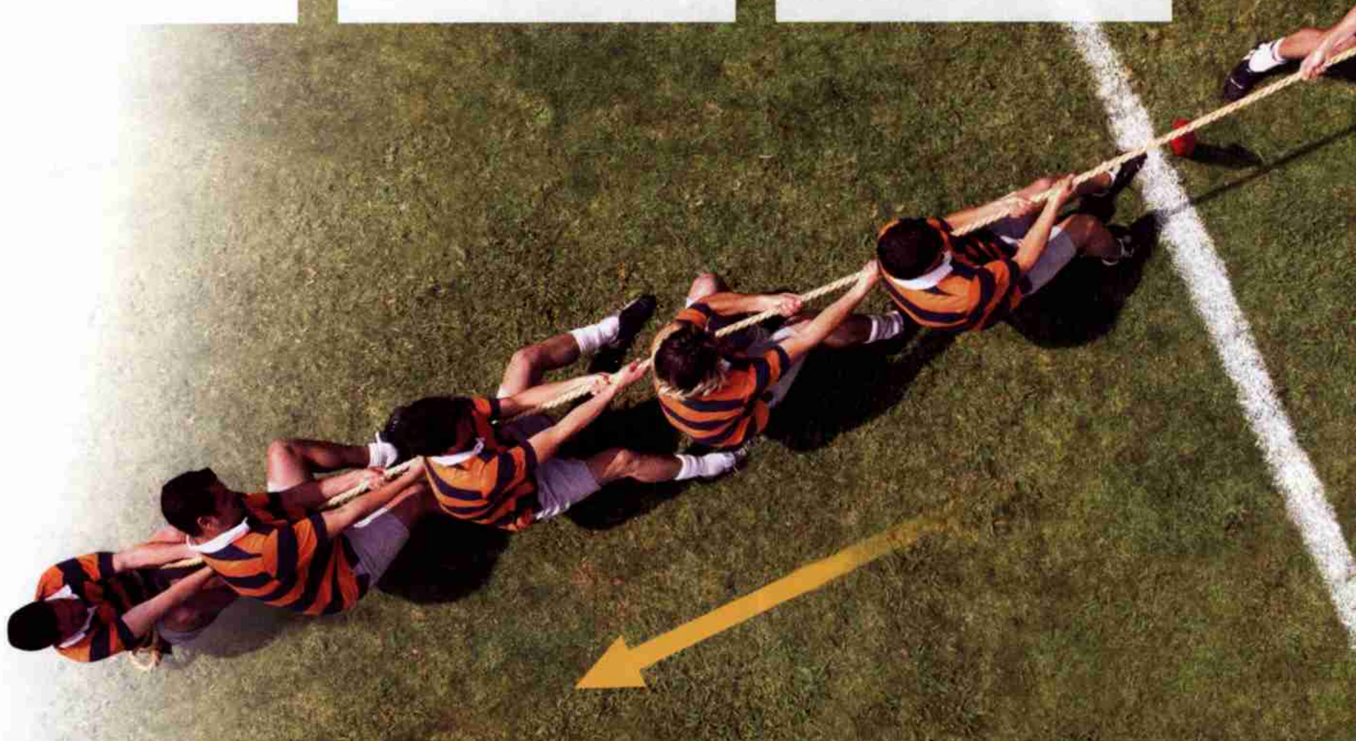
▲ **استفاده از نیرو برای جابه‌جایی یک جسم**
وقتی نیرویی بر یک جسم وارد می‌شود جابه‌جایی ایجاد می‌کند. توپ فوتبال تا زمانی که بازیکن به آن لگد نزده است روی زمین باقی می‌ماند. سپس توپ در جهتی که به آن لگد زده شده به‌حرکت درمی‌آید. هر چه ضربه شدیدتر باشد، نیروی بیش‌تری وارد می‌شود و توپ را با سرعت بیش‌تری در هوا به‌حرکت درمی‌آورد.



▲ **استفاده از نیرو برای تغییر جهت**
وقتی توپ به‌سمت دروازه شلیک می‌شود، دست دروازه‌بان از زیر بر توپ فشار وارد می‌کند و نیروی دست او جهت حرکت توپ را منحرف می‌کند. هر چه سرعت توپ به‌سمت دروازه بیش‌تر باشد، دروازه‌بان باید تلاش بیش‌تری برای جلوگیری از گل‌خوردن انجام دهد.

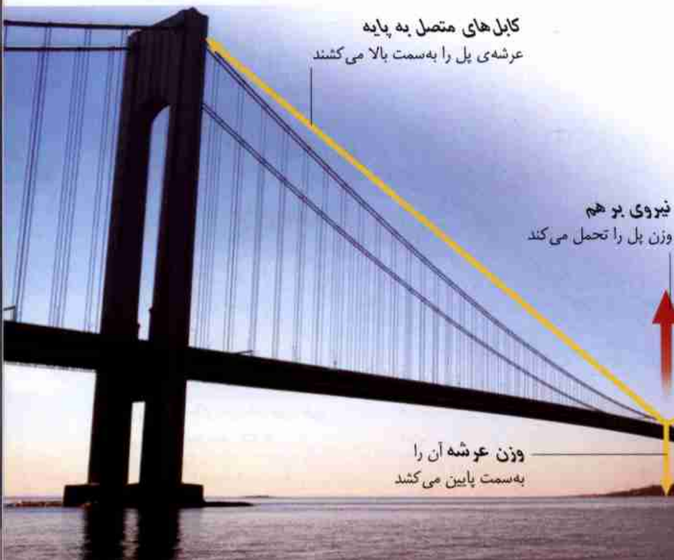


▲ **نیروهای متعادل**
نیرو می‌تواند موجب تغییر شکل جسم شود. توپ فوتبالی که از بالا توسط پای بازیکن تحت فشار قرار می‌گیرد با نیروی متعادل کننده‌ی سطح زمین رو به‌رو می‌شود و تحت فشار، شکل آن تغییر می‌کند (فشرده‌تر می‌شود). توپ از ماده‌ای کش‌سان ساخته شده و بنابر این وقتی نیروی وارد بر آن برداشته شود، به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد.



نیروی برهم

وقتی نیروها در یک جهت وارد شوند با یکدیگر جمع شده و نیروی بزرگ‌تری به‌وجود می‌آید. وقتی در جهت‌های مخالف وارد شوند یکدیگر را خنثی می‌کنند. اگر نیروهای وارد شده بر یک جسم به تعادل برسند، شیء حرکت نمی‌کند ولی ممکن است تغییر شکل دهد. اگر نیروهای بر هم یا مرکب تشکیل نیرویی در یک جهت بدهند، شیء در آن جهت به‌حرکت درمی‌آید.



◀ **نگهداری یک پل**
پل معلق باید وزن خود و وزن وسایل نقلیه‌ای را که از آن عبور می‌کنند تحمل کند. سطح پل با کابل‌های ضخیم فولادی از پایه‌های بزرگ پل آویزان است. کابل‌ها و پایه‌ها طوری طراحی شده‌اند که هیچ نیرویی در هیچ جهت به‌وجود نیاید. پل سرپا می‌ماند چون نیروهای وارد شده بر سطح آن متعادل هستند و همدیگر را خنثی می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اتم‌ها ۲۴-۲۵ • دینامیک ۶۶-۶۷ • کش‌سانی ۶۹ • انرژی ۷۶-۷۷ • منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳

دینامیک

دینامیک علم مطالعه‌ی چگونگی حرکت اجسام در زمانی که نیرویی بر آن‌ها وارد می‌شود، می‌باشد. در حالت عادی، اجسام یا ساکن می‌مانند یا با سرعت ثابت به‌حرکت ادامه می‌دهند. آن‌ها در حرکت خود به دلیل **اینرسی** با نیروهای بازدارنده مقابله می‌کنند. وقتی جسمی شروع به‌حرکت می‌کند، به دلیل **تکانه‌ی** (اندازه‌ی حرکت) خود تمایل به ادامه‌ی حرکت دارد. بیش‌تر حرکات دور و بر را می‌توان با **قوانین حرکت** توضیح داد. این سه قانون توسط ایزاک نیوتون، فیزیکدان انگلیسی تدوین شدند.

گوی‌های بیلیارد در شروع بازی ◄
وقتی گوی سفید با سرعت بالا به مجموع گوی‌ها برخورد می‌کند، تکانه (نیروی ناشی از وزن و سرعت) بالایی دارد. این گوی با گوی‌های دیگر به‌شدت برخورد می‌کند و مقداری از تکانه‌ی خود را از دست می‌دهد. گوی‌های کنار هم چیده شده مقداری از تکانه‌های گوی سفید را به‌دست می‌آورند و در جهات مختلف به‌حرکت درمی‌آیند.



مجموعه‌ی توپ‌های کنار هم چیده شده دارای اینرسی (لختی) هستند که توسط نیروی گوی سفید مغلوب می‌شود

قوانین حرکت

سه قانون حرکت نیوتون (که اغلب قوانین نیوتون نامیده می‌شوند) چگونگی حرکت اجسام به‌واسطه‌ی نیرو را توضیح می‌دهند. زمانی که نیروهای وارد بر یک جسم در حالت تعادل باشند تغییری در حرکت جسم ایجاد نمی‌شود. وقتی نیروها یکدیگر را خنثی نکنند، برآیند آن‌ها نیرویی اعمال شونده در یک راستا را تشکیل می‌دهد و موجب تغییر سرعت یا جهت حرکت جسم می‌شود. تغییر در سرعت یا جهت حرکت را شتاب می‌گویند.



▲ قانون اول نیوتون
هر چیزی ساکن می‌ماند یا به حرکت ثابت خود دریک راستا ادامه می‌دهد مگر آن که نیرویی بر آن وارد شود. مثلاً موشک بر روی سکوی پرتاب ساکن می‌ماند چون هیچ نیرویی بر آن عمل نمی‌کند تا آن را به‌حرکت وا دارد.



▲ قانون دوم نیوتون
وقتی نیرویی بر جسم وارد شود تغییری در سرعت حرکت یا جهت آن به‌وجود می‌آورد. وقتی موتورهای موشک روشن می‌شوند، نیرویی که به‌وجود می‌آید موشک را از سکوی پرتاب بلند کرده و به هوا می‌فرستد.



▲ قانون سوم نیوتون
وقتی یک نیرو بر جسمی وارد می‌شود جسم به‌عقب یا جلو رانده می‌شود. این واکنش برابر است با نیروی اولیه، ولی در جهت مخالف. خروج گازهای داغ از موتورهای موشک نیرویی مساوی با نیروی بالا برنده‌ی موشک - اما در جهت رو به پایین - ایجاد می‌کند.



ایزاک نیوتون
انگلیسی، ۱۶۴۲-۱۷۲۷
سه قانون حرکت که توسط نیوتون تدوین شد به او کمک کرد تا نظریه‌ی کامل جاذبه (نیرویی که بر کیهان حاکم است) را تدوین کرده و توضیح دهد که چرا ماه به دورزمین می‌چرخد. نیوتون همچنین کشفیات بزرگی در مورد نور داشت و توضیح داد که چگونه نور سفید از رنگ‌های متعدد تشکیل شده است.

بازگشت گوی سفید

جهت حرکت گوی سفید

اولین گویی که گوی سفید با آن برخورد کند تکانه‌ای دریافت می‌کند

اینرسی

قانون اول نیوتون توضیح می‌دهد که اجسام در جایی که هستند ثابت می‌مانند و یا در مسیری که حرکت می‌کنند با سرعت ثابت به‌حرکت ادامه می‌دهند مگر این که نیرویی بر آن‌ها وارد شود. هر چه وزن (یا جرم) یک جسم بیش‌تر باشد اینرسی آن بیش‌تر است. اجسام سنگین سخت‌تر از اجسام سبک به‌حرکت در می‌آیند چون اینرسی (لختی) بالاتری دارند. اینرسی همچنین توقف اجسام سنگین‌تر را پس از شروع حرکت آن‌ها مشکل‌تر می‌کند.



مجسمه‌های آزمون تصادف ◄
با شتاب گرفتن اتومبیل مسافران به عقب پرتاب می‌شوند و وقتی اتومبیل ترمز یا تصادف می‌کند آن‌ها به جلو پرت می‌شوند.
در هر دو مورد اینرسی باعث این عمل است که در نتیجه مقاومت جرم آن‌ها در مقابل تغییر جهت حرکت به‌وجود می‌آید. در آزمون تصادف، مجسمه هایی که هم وزن یک انسان هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند تا ایمنی کمربندها و کیسه‌های هوا آزمایش شود.

مجموع تکانه‌ی مجموعه‌ی گوی‌ها و گوی سفید برابر است با تکانه‌ی گوی سفید قبل از برخورد

تکانه

اجسام متحرک به حرکت ادامه می‌دهند چون دارای تکانه هستند. تکانه‌ی یک جسم متحرک متناسب با جرم و سرعت آن تغییر می‌کند. هر چه جسم سنگین‌تر و سرعت آن بیش‌تر باشد تکانه‌ی آن بیش‌تر و متوقف‌کردن آن سخت‌تر است. اگر یک کامیون و یک اتومبیل با سرعت یکسان در حرکت باشند، برای متوقف‌کردن کامیون نیروی بیش‌تری نیاز است چون جرم بالاتر آن تکانه‌ی بیش‌تری به آن می‌دهد.



▲ مقایسه‌ی تکانه
کره اسب جثه‌ی کوچک‌تر و جرم کم‌تری نسبت به اسب دارد. وقتی یک کره اسب و یک اسب در کنار یکدیگر با سرعت یکسان می دوند، اسب تکانه‌ی بیش‌تری دارد چون جرم آن بیش‌تر است. در نتیجه، شروع حرکت، توقف حرکت و تغییر جهت برای کره اسب آسان‌تر از اسب است.
تکانه‌ی یک جسم متحرک برابر است با جرم ضرب در سرعت آن.

گوی سفید نیرویی بر مجموعه‌ی گوی‌ها وارد می‌کند

هر یک از گوی‌های رنگی متناسب با نیروهایی که بر آن وارد شده است در جهت مختلف به‌حرکت در می آیند

نیز نگاه کنید به ◄◄ نیرو ۶۴-۶۵ • حرکت ۷۰-۷۱ • گرانش ۷۲ • انرژی ۷۶-۷۷

اصطکاک

اگر به توپی ضربه بزنید روی سطح ناصاف زمین فوتبال می‌غلتد و یا بالا و پایین می‌پرد ولی بالاخره متوقف می‌شود. آنچه که حرکت توپ را کند می‌کند اصطکاک نام دارد، که نیرویی است بین یک جسم متحرک و هر چه که آن را لمس می‌کند. اتومبیل‌ها اگر **باریکی** بیشتری داشته باشند تا اصطکاک موسوم به مقاومت هوا را کاهش دهند سریع‌تر حرکت می‌کنند. اصطکاک گاه می‌تواند مفید باشد. اگر بین چرخ‌ها و جاده اصطکاکی وجود نداشت، اتومبیل در پیچ‌ها ازجاده به بیرون سُر می‌خورد.



تیم سور تمه سوار سرهایشان را پایین می‌آورند تا مقاومت هوا کاهش یابد

▶ **سورتمه‌ی روی یخ**
شروع حرکت این سورتمه آسان است چون بین سطح صاف تیغه‌های آن و یخ اصطکاک اندکی وجود دارد. وقتی سورتمه به‌حرکت درمی‌آید، فشار سطح آن یخ را کمی ذوب می‌کند. مقداری از یخ به آب تبدیل می‌شود که اصطکک را کاهش می‌دهد و به سورتمه کمک می‌کند تا سریع‌تر حرکت کند.

شکل مدادی دماغه‌ی سورتمه مقاومت هوا را به حداقل می‌رساند

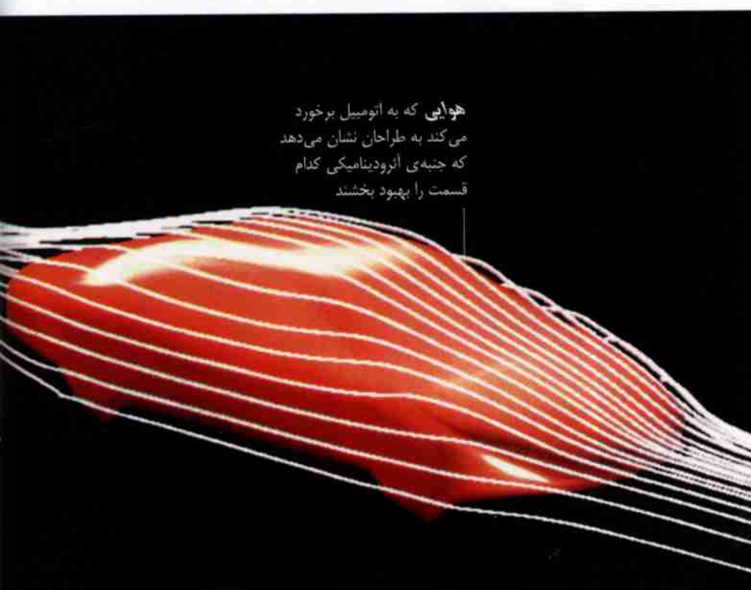
تیغه‌های زیر سور تمه از فلزی نازک ساخته می‌شوند تا با کم‌ترین اصطکاک روی یخ حرکت کنند



▲ **روان‌کاری ماشین آلات**
اجسام لیز، مثل روغن، اصطکاک بین دو سطح را کاهش می‌دهند. برای این که اجزای متحرک ماشین آلات در اثر اصطکاک فرسوده نشوند، ماشین آلات را روغن‌کاری می‌کنند. بیش‌تر ماشین آلات هنگام ساخته شدن روغن‌کاری یا گریس‌کاری می‌شوند و درهنگام استفاده نیز گاه به گاه باید آن‌ها را روغن‌کاری کرد.

باریکی

وقتی جسمی حرکت می‌کند هوای اطرافش اصطکاکی را به‌وجود می‌آورد که به آن مقاومت هوا یا پسا می‌گوییم که موجب کاهش سرعت جسم می‌شود. اجسامی که حرکت سریع دارند، مثل اتومبیل، قطار و هواپیما، سعی می‌شود هر چه باریک‌تر ساخته شوند؛ یعنی سطوحی که رو به جلو حرکت می‌کنند باریک و دارای انحنای رو به‌عقب ساخته می‌شوند تا پسا کاهش یابد. به این وسیله آن‌ها با استفاده از سوخت کم‌تر سرعت بیش‌تری پیدا می‌کنند. قایق‌ها را نیز می‌توان آئرودینامیک کرد تا مقاومت آب کاهش یابد.



هوایی که به اتومبیل برخورد می‌کند به طراحان نشان می‌دهد که جنبه‌ی آئرودینامیکی کدام قسمت را بهبود بخشند

◀ **اتومبیل در تونل باد**
هنگام طراحی یک اتومبیل جدید، مهندسین مدلی از بدنه‌ی آن را می‌سازند و دریک محفظه‌ی آزمون به‌نام تونل باد قرار می‌دهند که هوا به‌سرعت بر اتومبیل دمیده می‌شود. سپس دود سفید رنگی را به‌داخل تونل روانه می‌کنند تا ببینند هوا چگونه در اطراف بدنه‌ی اتومبیل جریان می‌یابد. به این وسیله آن‌ها می‌توانند ببینند که در کدام قسمت‌ها اصطکاک بیش‌تر است و با تغییر شکل آن حالت آئرودینامیکی اتومبیل را بهبود بخشند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ نیرو ۶۴-۶۵ • ماشین‌ها ۸۸-۹۱ • قایق ۹۵ • پرواز ۹۶

کش‌سانی

نیرو باعث حرکت اجسام می‌شود اما نیرو همچنین می‌تواند موجب شود که اجسام کش بیایند یا در هم فشرده شوند و تغییر شکل دهند. وقتی یک توپ لاستیکی را فشار می‌دهید، تغییر شکل می‌دهد؛ ولی وقتی فشار را از آن برمی‌دارید دوباره به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد. موادی که این خاصیت را دارند کش‌سان نامیده می‌شوند. آن‌ها از ذراتی به نام ملکول تشکیل شده‌اند که می‌توانند از هم دور شوند. مواد دیگر، مثل گل سفالگری، در اثر نیرو به آسانی تغییر شکل می‌دهند؛ اما وقتی نیرو برداشته شود دوباره به حالت اول بر نمی‌گردند. این مواد دارای **خاصیت پلاستیکی** هستند.



▲ **ترامپولین**
ترامپولین رویه‌ای لاستیکی است که با فنرهای فلزی به یک قاب بسته می‌شود. وقتی شخص روی ترامپولین فرود می‌آید، لاستیک به پایین کشیده می‌شود و در برگشت، به حالت فنر بالا می‌پرد. هم لاستیک و هم فنرها کش‌سان هستند و وقتی به حالت اولیه برمی‌گردند فشاری رو به بالا به‌وجود می‌آورند که شخص را به هوا می‌پراند.

کش‌سانی لاستیک

ملکول‌های لاستیک

نوار لاستیک هنگامی که هیچ نیرویی بر آن اثر نداشته باشد ۱۵ سانتی متر طول دارد

کش نیامده
جامدات کش‌سان، مانند این قطعه‌ی لاستیک، وقتی کشیده شوند بلندتر می‌شوند و وقتی فشرده شوند کوچک‌تر می شوند؛ اما وقتی هیچ نیرویی بر آن‌ها اثر نداشته باشد به اندازه و شکل اولیه‌ی خود برمی‌گردند. در این مواد، ملکول‌ها با فاصله‌ی بسیار کم در کنار یکدیگر قرار دارند.

کش آمده

یک کیلوگرم بار، کش را تا طول ۱۷ سانتی متر بلندتر می‌کند

کش آمدن
وقتی جرمی از نوار لاستیکی آویزان شود، نیروی گرانش کش را کشیده‌تر می کند. وقتی کش طولانی‌تر می‌شود، ملکول‌های درون آن از هم دور می‌شوند ولی پیوندشان از هم گسسته نمی‌شود.

کش آمدن بیش‌تر

دو کیلوگرم بار، لاستیک را تا طول ۱۹ سانتی مترکش می‌آورد

دو برابر کش آمدن
دو برابر کردن جرم بار نیرو را دو برابر می‌کند واکش را دو برابر می‌کند. موادی چون لاستیک محدودیت کش‌سانی دارند. اگر فراتر از این محدودیت کش بیایند از هم گسسته یا به اصطلاح پاره می‌شوند.

خاصیت پلاستیکی

وقتی یک جسم به‌آسانی شکل پذیرد ولی پس از رفع نیرو به شکل اولیه برنگردد گفته می‌شود که دارای خاصیت پلاستیکی است. معمولاً مقصود از پلاستیک مواد رنگارنگ گوناگونی است که از مواد شیمیایی حاصل از نفت خام ساخته می‌شود. اما در واقع، مقصود از کلمه‌ی پلاستیک هر ماده‌ای است که به‌آسانی شکل‌پذیر باشد و شکل‌های مختلف به‌خود بگیرد. حتی فلزات هم چنانچه حرارت داده شوند می‌توانند پلاستیک باشند چون نرم و شکل‌پذیر می‌شوند.



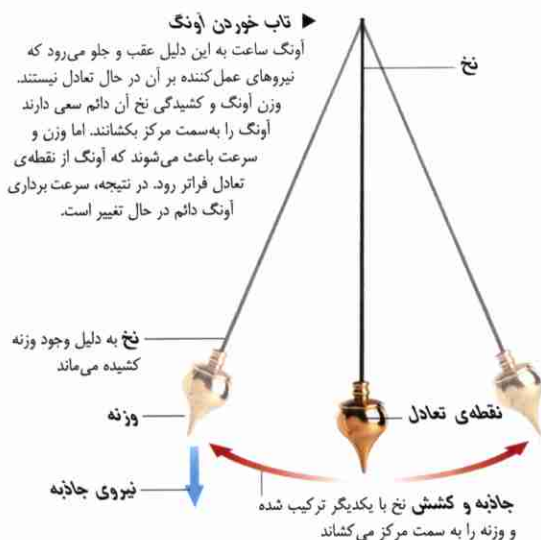
ساخت اشیاء پلاستیکی ◄
این قاشق‌ها از ماده‌ای شیمیایی به‌نام پلیمر ساخته شده‌اند. زمانی که پلیمر داغ باشد به‌صورت مایعی است که ملکول‌هایش به‌آسانی بر روی یکدیگر می‌لغزند. به این دلیل آن را پلاستیک می‌گوییم که به آسانی شکل می‌پذیرد. پلیمر را در قالبی به‌شکل قاشق می‌ریزند و وقتی سرد می‌شود، سخت شده و خود را می‌گیرد؛ و آنچه باقی می‌ماند قاشق است.



نیز نگاه کنید به ◄◄ ملکول‌ها ۲۸-۲۹ • پلاستیک‌ها ۵۲-۵۳ • نیرو ۶۴-۶۵ • گرانش ۷۲

حرکت

همه‌ی چیزهای جهان در حرکتند. حتی اجسامی هم که ساکن به‌نظر می‌رسند در حرکتند چون اتم های درون‌آن‌ها در حال ارتعاش می‌باشد. اجسام زمانی ازیک نقطه به نقطه‌ی دیگر حرکت می کند که نیروهایی بر آن‌ها وارد شود که برآیند آن‌ها صفر نباشد. وقتی نیرویی **سرعت** یا **بُرداری** جسم را در یک جهت تغییر دهد و یا باعث تغییر در شیوه‌ی حرکت آن شود می‌گوییم جسم **شتاب** گرفته است.



▶ **تاب خوردن آونگ**
آونگ ساعت به این دلیل عقب و جلو می‌رود که نیروهای عمل‌کننده بر آن در حال تعادل نیستند. وزن آونگ و کشیدگی نخ آن دائم سعی دارند آونگ را به‌سمت مرکز بکشانند. اما وزن و سرعت باعث می‌شوند که آونگ از نقطه‌ی تعادل فراتر رود. در نتیجه، سرعت برداری آونگ دائم در حال تغییر است.

گاری‌های سنگین در فرود از شیب سرعت می‌گیرند

▶ **ترن هوایی شهر بازی**
در ترن هوایی شهر بازی نیروی گرانش گاری‌ها را در یک شیب تند رو به پایین به طرف پایین می‌کشاند و هر لحظه بر سرعت آن‌ها افزوده می‌شود. سرعت و وزن گاری‌ها آن‌ها را در حال حرکت نگه می‌دارد، حتی وقتی که در یک مسیر بدون شیب یا دارای شیب رو به بالا حرکت می‌کنند.

سرعت

وقتی سخن از سرعت به‌میان می‌آید، اتومبیل، هواپیمای جت و هر چیزی که حرکت سریع دارد به ذهن ما خطور می‌کند. اما مقصود دانشمندان از سرعت هر نوع حرکتی اعم از سریع یا کند است. سرعت برابر است با مسافتی که یک جسم در یک زمان معین می‌پیماید. اتومبیل‌های تندرو سرعت بالاتری از اتومبیل‌های کندرو دارند، بنابر این می‌توانند در یک زمان معین مسافت بیش‌تری را طی کنند.

ریل پرشیب و پیچ و خم دار شتاب گاری‌ها را حفظ می‌کند

▶ **اندازه‌گیری سرعت**
سرعت یک دونده را می‌توانید با اندازه‌گیری زمانی که او برای پیمودن یک مسافت خاص صرف می‌کند محاسبه کنید.
سرعت او برابر است با مسافتی که طی کرده تقسیم بر زمان طی آن مسافت. اگر واحد مسافت متر و واحد زمان ثانیه باشد، واحد سرعت متر بر ثانیه (mps) است.





▶ **سرعت سنج**
این سرعت سنج به راننده نشان می‌دهد که اتومبیلش با چه سرعتی (مایل در ساعت یا کیلومتر در ساعت) حرکت می‌کند. چرخ‌های اتومبیل به دینامی وصل هستند که با چرخش خود برق تولید می‌کند. هرچه چرخ‌ها سریع‌تر بچرخند الکتریسیته‌ی تولید شده بیش‌تر است و عقربه‌ی سرعت سنج جلوتر می‌رود.

سرعت بُرداری

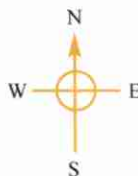
سرعت بُرداری یا سرعت جهت‌دار سرعت یک جسم در یک جهت خاص است. دو اتومبیل که سرعت یکسان داشته باشند چنانچه یکی به‌طرف شمال و یکی به‌طرف جنوب در حرکت باشند، سرعت بُرداری آن‌ها متفاوت است. سرعت بُرداری را نیز با مقیاس متر بر ثانیه نشان می‌دهند که مسافت پیموده شده تقسیم بر زمان در یک جهت خاص است.



موتورسیکلت پیچ را کامل کرده و اکنون با سرعت ۵ مایل در ثانیه (با سرعت و سرعت برداری ثابت) به‌سمت شمال غرب می‌رود

موتورسیکلتی که در حال چرخش است، سرعت ثابت دارد اما همراه با چرخش، سرعت برداری آن در حال تغییر است

موتورسیکلتی که با سرعت برداری ۵ مایل در ثانیه به طرف شمال می‌رود سرعت و سرعت برداری ثابت دارد



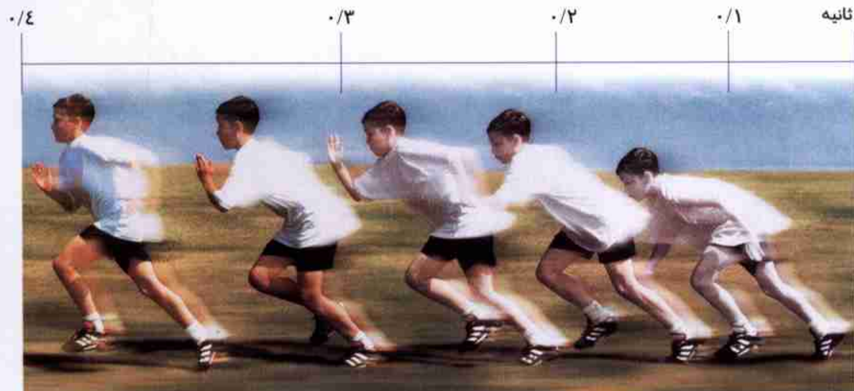
◀ تغییر سرعت بُرداری

وقتی یک جسم متحرک تغییر سرعت می‌دهد کمیت برداری سرعت آن تغییر می‌کند. وقتی یک جسم تغییر مسیر می‌دهد بردار سرعت را هم تغییر می‌دهد حتی اگر سرعت حرکتش یکسان باقی بماند. وقتی موتورسیکلت‌ها سریع‌تر یا کندتر می‌شوند نیرویی که کمیت برداری سرعت آن را تغییر می‌دهد موتور یا ترمزها است. وقتی موتورسیکلت می‌پیچد، نیرو توسط چرخش فرمان اعمال می‌شود.



شتاب

وقتی می‌گوییم جسمی دارای شتاب است، معمولاً مقصودمان این است که سرعتش در حال افزایش است. اما در علوم، شتاب به مفهوم هر نوع تغییر در کمیت برداری سرعت است – چه کندتر شود یا تندتر و یا فقط تغییر جهت دهد. طبق قانون دوم نیوتون، برای ایجاد شتاب همواره به یک نیرو نیاز است. هر چه نیرو بزرگ‌تر باشد، تغییر بردار سرعت نیز سریع‌تر است.



▲ شروع مسابقه‌ی دو

مدتی طول می‌کشد تا دونده به حداکثر سرعت خود برسد. در شروع مسابقه، دونده کندتر می‌دود. به‌تدریج سرعت او افزایش می‌یابد تا به حداکثر سرعت می‌رسد. در این حالت، با وجودی که دونده در یک خط مستقیم حرکت می‌کند، اما سرعت و سرعت برداری آن دائم در حال افزایش است. می‌گوییم او در حال شتاب گرفتن است.

نیروی رو به مرکز: توپ را در یک دایره به دور مرکز نگه می‌دارد

در صورتی که نیرو برداشته شود توپ در همان جهت به‌حرکت ادامه می‌دهد

◀ حرکت دایره‌ای

حرکت دورانی جسمی که در یک دایره حرکت می‌کند، مثل این توپ که در انتهای یک نخ حول مرکز می‌چرخد، دائم در حال تغییر جهت است. بردار سرعت به‌طور پیوسته در تغییر است، هر چند سرعت حرکت توپ ثابت باشد. برای ایجاد چنین شتابی به نیرو نیاز است. وقتی یک جسم در یک دایره حرکت می‌کند نیرویی که به‌طور پیوسته آن را به‌سمت مرکز می‌کشاند و مانع از پرواز آن در یک خط مستقیم می‌شود نیروی رو به مرکز گفته می‌شود.

نخ تحت کشش، توپ را به‌سمت مرکز می‌کشاند



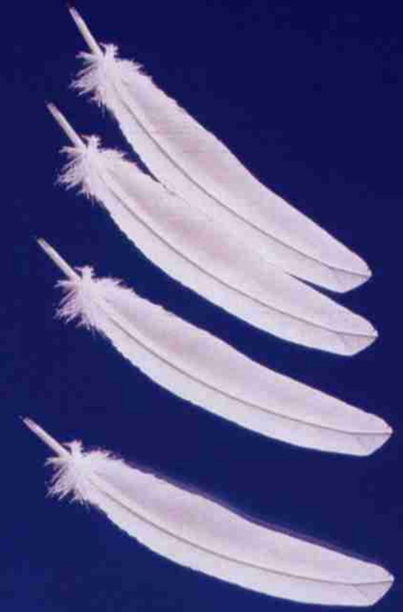
◀ چرخ فلک افقی(فانفار)

تاب‌هایی که به دور یک چرخ فلک بسته می‌شوند، در یک دایره می‌چرخند. کسی که سوار آن می‌شود سرعت ثابتی دارد اما برای حفظ او در یک مسیر دایره‌ای به دور مرکز به نیرو نیاز است. این نیرو را کشش طناب‌هایی که افراد را به مرکز وصل می‌کنند تأمین می‌کند. هر چه سرعت چرخش بیش‌تر باشد کشش طناب‌ها بیش‌تر است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اتم‌ها ۲۴-۲۵ • نیرو ۶۴-۶۵ • دینامیک ۶۶-۶۷ • گرانش ۷۲

گرانش

گرانش یا جاذبه نیرویی است که موجب سقوط اجسام بر روی زمین می‌شود و سیاره‌ها را در مدارهایشان به‌دور خورشید نگه می‌دارد. نیروی جاذبه بین اجسام کیهانی در فاصله‌های بسیار زیاد عمل می‌کند و آن‌ها را متصل به‌هم نگه می‌دارد. نیروی گرانش بین اجسام متناسب با **جرم** آن‌ها تغییر می‌کند. همچنین هر چه دو جسم به‌یکدیگر نزدیک‌تر باشند جاذبه‌ی آن‌ها نسبت به‌یکدیگر بیش‌تر است. گرانش بین اجسام روی زمین معمولاً ناچیزتر از آن است که مشهود باشد.






مرکز ثقل ◄
اجسام روی زمین نقطه‌ای، اغلب نزدیک به مرکز خود، دارند که مرکز ثقل یا مرکز گرانش آن‌ها نامیده می‌شوند. هرچه این نقطه به سطح زمین نزدیک‌تر باشد جسم با ثبات‌تر است. اتومبیل‌ها را طوری طراحی می‌کنند که سنگینی آن‌ها به زمین نزدیک‌تر و در نتیجه، مرکز ثقلشان پایین‌تر باشد. به‌همین دلیل است که اتومبیل‌ها می‌توانند در پیچ‌ها با سرعت بالا بپیچند و واژگون نشوند.






► گرانش صفر
این فضانوردان برای شرایط بی‌جاذبگی (شرایطی که در فضا با آن رو به‌رو هستند) تعلیم می‌بینند. هواپیمای مخصوص آن‌ها مسافت زیادی از زمین بالا می‌رود و سپس با سرعت به پایین شیرجه می‌رود. همراه با شیرجه‌ی هواپیما، اجسام به بالا پرتاب می‌شوند و به نظر می‌رسد که جاذبه از بین‌رفته است. این حالت را گرانش صفر می‌گویند. در این حالت فضانوردها بی‌وزن شده و در هوا شناور می‌مانند.

جرم

جرم یک جسم میزان ماده‌ای است که آن جسم دارا می‌باشد. هر چه جرم یک جسم بیش‌تر باشد ماده‌ی بیش‌تری را دارا بوده و اجسام دیگر را بیش‌تر به‌طرف خود جذب می‌کند. جرم یک جسم تغییر نمی‌کند مگر این که مقدار ماده‌ی درون آن به دلیلی تغییر کرده باشد. جرم را با کیلوگرم اندازه‌گیری می‌کنند.

▲ نیروی سقوط
کدام سریع‌تر سقوط می‌کنند: گوی یا پر؟ در جو زمین، گوی ابتدا به زمین می‌رسد زیرا مقاومت هوا موجب کاهش سرعت پر می‌شود. اما در خلأ که هوا وجود ندارد، فشار هوا ناپدید می‌شود و هر دو جسم با سرعت ثابت به طرف پایین کشیده می‌شوند و نیروی وارد بر آن‌ها دقیقاً یکسان است.



▲ جرم و وزن
نیروی وزن این فضانورد تأثیر گرانشی است که بر جرم او اثر می‌گذارد. جرم ماه تقریباً یک ششم جرم زمین و نیروی گرانش آن نیز یک ششم زمین است. جرم فضانورد در کره‌ی ماه مساوی با جرم او درکره‌ی زمین است اما وزن او یک ششم وزنش در زمین خواهد بود.

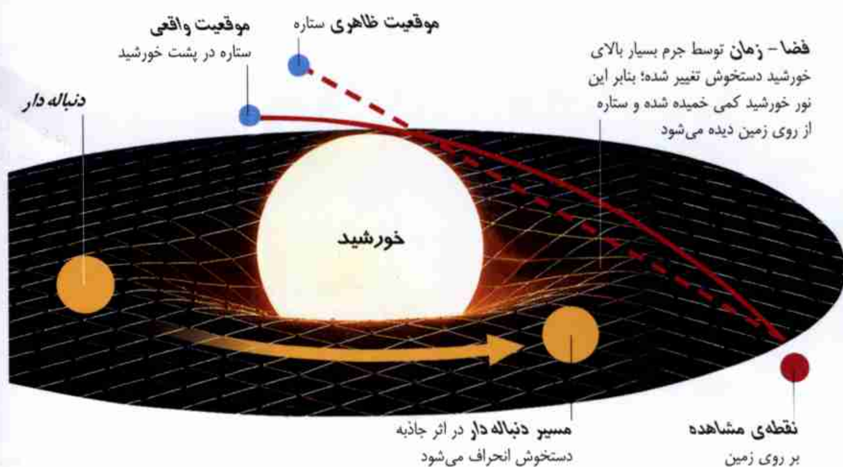
گرانش
gravity




نیز نگاه کنید به ◄◄ نیرو ۶۴-۶۵ • دینامیک ۶۶-۶۷ • اصطکاک ۶۸ • منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ • سفر به فضا ۱۹۰-۱۹۱

نسبیت

اینشتین دریافت که سرعت نور همواره ثابت است. سپس او محاسبه کرد که اگر جسمی با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت کند رفتارش تغییر خواهد کرد: طول آن کوتاه‌تر، جرم آن بیش‌تر و زمان برای آن آهسته‌تر می‌شود. همچنین وی محاسبه کرد که جرم فضا را تغییر می‌دهد. بنابر این اجسام کوچک در نزدیکی یک جسم بزرگ در خط مستقیم حرکت نمی‌کنند، بلکه در مسیرهای منحرف شده‌ای که جسم بزرگ به وجود می‌آورد حرکت می‌کنند. چند قرن بعد از کشف این که گرانش یک نیرو می‌باشد، نظریه ی نسبیت اینشتین دلیل آن را که چرا گرانش به این گونه عمل می‌کند برای ما روشن کرد.



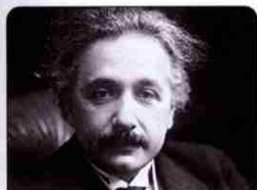
▲ **گرانش اینشتین**
در فیزیک سنتی، جاذبه نیرویی است که یک جرم را به طرف جرم دیگر می‌کشد. و به همین دلیل است که یک دنباله‌دار مسیری منحنی را به دور خورشید می‌پیماید. فرضیه‌ی عمومی نسبیت اینشتین تعریف دیگری برای گرانش دارد. جرم‌ها در فضا و زمان تا حدودی همچون گوی‌هایی سنگین که بر روی بستری لاستیکی قرار گرفته باشند عمل می‌کنند.
هر چه جرم بزرگ‌تر باشد، اعوجاج بیش‌تر و در نتیجه، نیروی گرانش بیش‌تر است.
در سال ۱۹۲۱ که ثابت شد نور یک ستاره توسط اثر خم کنندگی جرم خورشید خم شده است نظریه‌ی اینشتین به اثبات رسید.



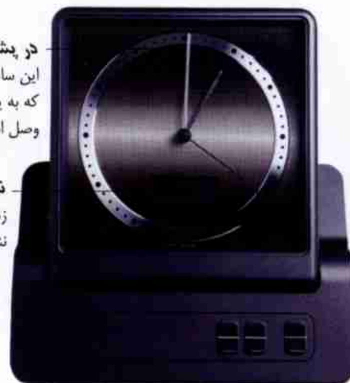
مسیر باریکه‌ی نور به گونه ای که از زمین دیده می‌شود

مسیر باریکه‌ی نوری که از یک موشک به موشک دیگر فرستاده می‌شود – به گونه‌ای که از موشک‌ها دیده می‌شود

▲ **توضیح نسبیت**
وقتی اجسام، مانند این دو موشک، با سرعتی نزدیک به سرعت نور (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ساعت) حرکت کنند وقایع عجیبی رخ خواهد داد. یک باریکه‌ی نور که بین دو جسم متحرک در حرکت باشد از دید افرادی که در موشک‌ها هستند به صورت خط A دیده می‌شود. اما از دید کسی که روی زمین است این باریکه به صورت خط B دیده می‌شود. سرعت برابر است با مسافت بر روی زمان؛ و از آنجا که سرعت نور ثابت است، مسافتی که طی می‌کند وقتی از زمین دیده شود طولانی‌تر به نظر می‌رسد. تنها توضیح ممکن این است که زمان در کره‌ی زمین سریع‌تر از زمان در موشک‌ها سپری می‌شود.



آلبرت اینشتین
آلمانی، ۱۸۷۹ – ۱۹۹۵
وقتی آلبرت اینشتین از مدرسه اخراج شد هیچ کس فکر نمی‌کرد که روزی او یکی از مشهورترین فیزیکدانان قرن بیستم شود. نظریه‌ی نسبیت او چنان عجیب و دور از ذهن بود که ابتدا هیچ کس نمی‌خواست آن را باور کند. فقط زمانی پذیرفته شد که او جایزه‌ی نوبل فیزیک را در ۱۹۲۱ به خود اختصاص داد.



▲ **زمان سنج دقیق**
اثر نسبیت فقط وقتی مشهود است که اجسام با سرعت‌های بسیار بالا در حرکت باشند. دانشمندان برای مشاهده‌ی این اثرات نیازمند ساعت‌های دقیقی هستند که با استفاده از اتم، زمان را تعیین می‌کنند. اتم‌های عنصر سسیوم با نرخ دقیق ارتعاش می‌کنند. ساعت‌های اتمی با شمارش این ارتعاشات زمان را می‌سنجند. ساعت‌هایی مانند ساعت بالا با استفاده از یک رادیو به یک ساعت مرکزی اتمی وصل هستند تا وقت دقیق را در اختیار گذارند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اتم‌ها ۲۴-۲۵ ● جدول تناوبی ۲۶-۲۷ ● حرکت ۷۰-۷۱ ● سیاه چاله‌ها ۱۶۹ ● خورشید ۱۷۰-۱۷۱

فشار

وقتی چیزی را به طرف خود می‌کشید یا به دور از خود هل می‌دهید نیرویی وارد کرده‌اید که به آن فشار می‌گوییم. فشار عبارت است از نیرویی که بر یک سطح وارد می‌شود و مقدار آن برابر است با نیرو تقسیم بر سطحی که بر آن فشار وارد شده است. ما به دلیل وزن هوایی که بر بدن‌هایمان فشار می‌آورد همواره تحت تأثیر **فشار هوا** قرار داریم. هر چه نیرو بزرگ‌تر و یا سطح کوچک‌تر باشد، فشار بیش‌تر است. هرچه در اقیانوس پایین‌تر برویم **فشار آب** بیش‌تر می‌شود.



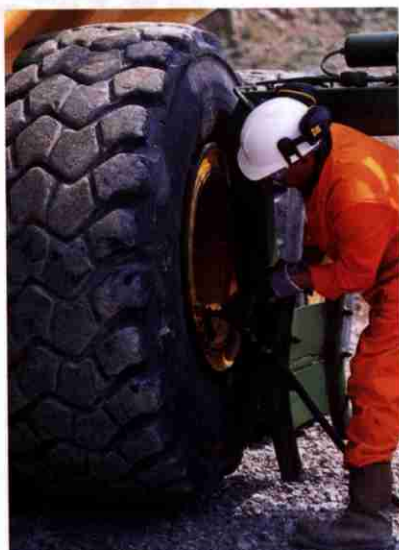
▲ راه رفتن روی آب
بعضی از جانوران و حشرات می‌توانند بر روی آب راه بروند. این مارمولک بسوس با وجود جثه‌ی سنگینش در آب فرو نمی‌رود زیرا پاهای بزرگ و پرده دارش وزن آن را در سطحی وسیع تقسیم می‌کند و در نتیجه، فشار وزن آن بر روی آب کاهش می‌یابد و جانور در آب فرو نمی‌رود. این مارمولک هنگام راه رفتن روی آب از دم بلند و دست هایش برای حفظ تعادل استفاده می‌کند.



▲ پونز (پرچ)
وقتی بر سطح بزرگ پونز نیرویی وارد می‌شود، این نیرو در انتهای نوک تیز بر سطح بسیار کوچک‌تری وارد می‌شود و در نتیجه فشار بزرگ‌تری ایجاد می‌شود که پونز را به آسانی در دیوار فرو می‌برد.

فشار هوا

گازهای اتمسفر زمین از ملکول‌های ریزی تشکیل شده‌اند که از همه طرف به بدن ما برخورد می‌کنند و آن را به داخل فشار می‌آورند. این نیروی فشاری را فشار هوا می‌گویند. این نیرو در سطح دریا بالاترین مقدار را دارد چون ملکول‌های هوا در آنجا بیش از هر جای دیگر است. هر چه از سطح زمین بالاتر برویم، تعداد ملکول‌های هوا کم‌تر می‌شود و در نتیجه، فشار هوا کاهش می‌یابد. هوا را می‌توان فشرده کرد؛ که در بادکردن لاستیک وسایل نقلیه و همچنین در ماشین‌های قدرتی مانند مته‌های هوای فشرده کاربرد دارد.

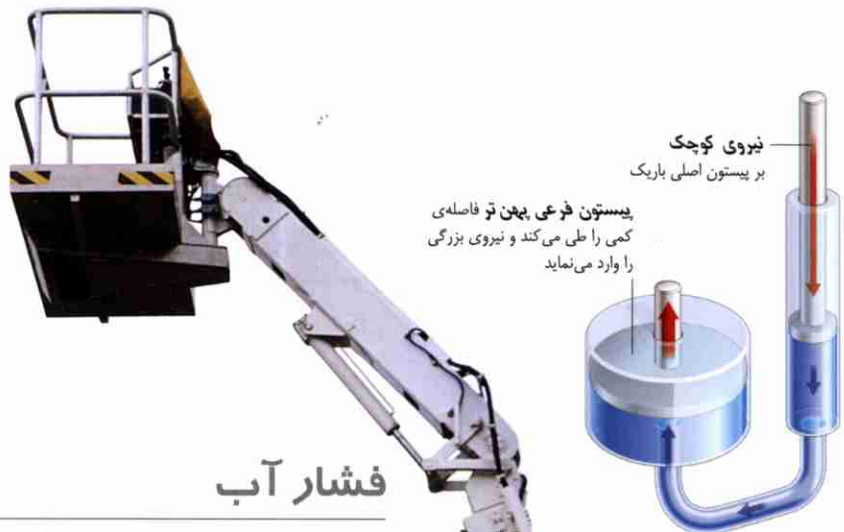


▲ فشار هوا در لاستیک
ماشین آلات سنگین ساختمانی به دو دلیل چرخ‌های بزرگ و پهن دارند. هوای فشرده‌ی درون لاستیک در جذب دست اندازها کمک می‌کند تا حرکت ماشین یکنواخت‌تر از زمانی باشدکه چرخ‌های جامد (صُلب) دارد. بزرگی لاستیک‌ها همچنین کمک می‌کند به این که وزن سنگین آن در سطح وسیع‌تری پخش شود تا فشار وارد بر زمین کاهش یابد و از فرو رفتن دستگاه در گل و خاک جلوگیری کند.



◀ خلبان در لباس پرواز فشاردار
در ارتفاعاتی که هواپیماهای جت پرواز می‌کنند هوای بسیار کمی وجود دارد. در نتیجه خلبان‌ها لباس‌ها و کلاه‌های مخصوص به‌تن می‌کنند. کلاه خلبان هوا را با همان فشار سطح زمین به او می‌رساند تا او بتواند به‌طور طبیعی تنفس کند. خلبان‌های جنگنده‌ها معمولاً لباس‌هایی می‌پوشندکه بدن آن‌ها را تحت فشار بیش‌تری قرار دهد تا خون‌آن‌ها بتواند در ارتفاعات بالا در بدنشان به‌طور طبیعی گردش‌کند.





▲ هیدرولیک چگونه کار می‌کند؟
برای وارد کردن نیرو از طریق لوله، از فشار مایع استفاده می‌شود. نیروی کوچکی که به پایین فشار می‌آورد، مایع را فشرده نمی‌کند بلکه در مایع حرکت کرده و پیستون دیگری را در مسافتی کوچک به سمت بالا می‌راند. سطح وسیع‌تر این پیستون نیروی وارد شده را افزایش می‌دهد.

فشار آب

آب تحت فشار رفتاری متفاوت از هوا دارد. آب را نمی‌توان فشرده کرد. به همین دلیل در انتقال نیرو در ماشین آلات به کار می‌رود. برای این کار از سیستمی به نام هیدرولیک استفاده می‌شود. آب همچنین سنگین‌تر از هوا است و افزایش فشار آب بیش از کاهش فشار هوا بر انسان اثر می‌گذارد. در زیر آب، نفس‌کشیدن حتی با دستگاه تنفس نیز دشوارتر است. آبی که بالای سر ما قرار دارد از همه طرف بر بدنمان فشار وارد می‌آورد و در نتیجه، ریه‌ها با دشواری بیش‌تری باز می‌شوند تا هوا را به درون بکشند. هر چه پایین‌تر برویم آب بیش‌تری بر روی ما قرار می‌گیرد و فشار وارده بر بدنمان بیش‌تر می‌شود.

تغییر فشار هوا و آب
هر چه بالاتر برویم، فشار هوای بالای سرمان کم‌تر می‌شود. هر چه در دریا پایین‌تر برویم آب بیش‌تری از بالا بر ما فشار می‌آورد.
ارتفاع ۲۰۰۰۰ متری
در این ارتفاع ، فشار هوا کم تر از یک دهم فشار در سطح دریا است.
خطوط هوایی - ۱۱۰۰۰ متری
فشار اتاقک‌های هواپیماها طوری تنظیم می‌شود تا خلبان و مسافران بتوانند همچون سطح دریا نفس بکشند. در هواپیماها اکسیژن اضافی نیز وجود دارد تا در صورت نیاز- به دلیل کاهش هوا درارتفاع زیاد - از آن استفاده شود.
قله‌ی کوه‌ها - ۷۵۰۰ متری
در این ارتفاع کوهنوردان اغلب برای دریافت اکسیژن بیش‌تر از دستگاه‌های تنفس استفاده می‌کنند.
سطح دریا
بدن انسان با فشار هوا در سطح دریا تطبیق یافته است.
عمق ۱۲۰ متری
غواصان بدون لباس‌های ویژه‌ای که درمقابل فشار آب از آن‌ها حمایت‌کند نمی‌توانند پایین‌تر از این عمق بروند.
زیردریایی‌ها - ۶۵۰۰ متری
زیردریایی‌ها از بدنه‌ی دولایه و محکم برخوردارند تا در مقابل فشار آب ایستادگی کنند. پایین‌ترین نقطه‌ای که یک زیردریایی حامل نفر توانسته به آن برسد عمق ۶۵۰۰ متری بوده است.
عمق ۱۰۰۰۰ متری
در این عمق، فشار آب ۱۰۰۰ برابر فشار در سطح دریا است.

◄ هیدرولیک در عمل
لوله‌های هیدرولیک بازوهای این سکوی هوایی را بالا و پایین می‌برند. مایع هیدرولیک توسط یک موتور به درون بازوها رانده می‌شود که آن‌ها را پر کرده و به بالا می‌راند. نیروی هیدرولیک راهی کار آمد برای انتقال نیرو از موتور به دیگر قسمت‌های ماشین است. از هیدرولیک درترمز اتومبیل‌ها، جک‌های بالابر و ماشین آلات کاخانجات استفاده می‌شود.

بازوی هیدرولیکی که نیروی خود را از فشار مایع هیدرولیک می‌گیرد

لوله‌های هیدرولیک سیال هیدرولیک را به بازو می‌رسانند

لباس غواصی عمق‌های بالا ◄
هر چه در آب پایین‌تر برویم فشار با سرعت بیش‌تری افزایش می‌یابد. غواصان برای این که بتوانند درست نفس بکشند لباس‌های خاصی می‌پوشند. این لباس به غواص کمک می‌کند حتی تا عمق ۳۰۰ متری هم پایین برود. این لباس هوای لازم، مفاصل خم شونده و یک بی سیم دارد تا غواص بتواند دست‌ها و پاهای خود را حرکت داده و با همکارانش در سطح آب صحبت کند.

لباس غواصی دولایه که از آلومینیوم ساخته شده و مجهز به مفصل‌های خم شونده است

نیز نگاه کنید به ◄◄ مایعات ۱۴ • گازها ۱۵ • آب ۴۰-۴۱ • نیرو ۶۴-۶۵ • ماشین‌ها ۸۸-۸۹ • اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵

انرژی

دانشمندان انرژی را به عنوان توانایی انجام کار تعریف می‌کنند. انرژی است که وقوع کارها را ممکن می‌سازد. انرژی موجود در نور خورشید به رشد گیاهان کمک می‌کند و انرژی غذاها ما را قادر به حرکت کرده و گرم نگه می‌دارد و انرژی سوخت، موتورها را به‌کار می‌اندازد. انرژی شکل‌های مختلف دارد و می‌تواند از یک شکل به شکلی دیگر تبدیل شود. انواع اصلی انرژی عبارتند از: **انرژی پتانسیل**، **انرژی جنبشی** و **انرژی شیمیایی**.



انرژی پتانسیل

انرژی ذخیره شده و آماده‌ی استفاده را انرژی پتانسیل یا نهفته می‌گویند زیرا پتانسیل یا توانایی انجام کار در آینده را دارد. جسمی که با استفاده از نیرو در یک وضعیت خاص قرار گرفته و یا به شیوه‌ای دستخوش تغییر شده باشد دارای انرژی پتانسیل است. وقتی یک جسم انرژی پتانسیل ذخیره شده‌ی خود را آزاد می‌کند، این انرژی به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود.

◄ انرژی پتانسیل الکتریکی

وقتی ابرهای صاعقه‌زا در آسمان حرکت می‌کنند مقادیر زیادی الکتریسیته در خود انباشته می‌کنند. این الکتریسیته را الکتریسیته‌ی ساکن می‌گویند، که یک انرژی ذخیره شده است. وقتی میزان الکتریسیته‌ی ساکن در یک ابر به بیش از حدی برسد که ابر دیگر قادر به نگهداری آن نباشد، مقداری از آن به صورت صاعقه از داخل ابر به زمین تخلیه می‌شود.

نیروی گرانش برف را به سمت پایین می‌کشد



◄ انرژی پتانسیل کش

انرژی پتانسیل است که نیروی کمان و منجنیق را تأمین می‌کند. برای کش‌آوردن یک قطعه کش یا نوار کش‌سان به نیرو و تلاش نیاز است زیرا نیروهای بین ملکول‌هایش سعی دارند در مقابل جدا شدن از یکدیگر مقاومت کنند. وقتی کش کشیده می‌شود، ملکول‌ها از هم دور می‌شوند و یک انرژی پتانسیل به‌دست می‌آید. انرژی ذخیره شده در ماده‌ی کش آمده را می‌توان در راه اندازی بعضی دستگاه‌های مثل ماشین‌های اسباب بازی و هواپیماهای مدل نیز مورد استفاده قرار داد.

▲ انرژی پتانسیل گرانش

توده‌ی برف بر فراز یک کوه مقدار زیادی انرژی پتانسیل دارد، که آن را انرژی پتانسیل گرانشی می‌گویند، زیرا کشش گرانش است که پیوسته سعی دارد توده‌ی برف را از بالای کوه به پایین بکشاند. در هنگام سقوط بهمن، توده‌ی برف سرعت می‌گیرد و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

انرژی جنبشی

اشیاء در حال حرکت انرژی جنبشی دارند. هر چه انرژی جنبشی یک جسم بیش‌تر باشد حرکت آن سریع‌تر است. وقتی حرکت یک جسم کُند می‌شود انرژی جنبشی آن به نوع دیگری از انرژی، مثل گرما یا صدا، تبدیل می‌شود. اجسام ساکن انرژی جنبشی ندارند. انرژی جنبشی معمولاً زمانی تولید می‌شود که اجسام انرژی پتانسیل خود را آزاد می‌کنند.





▶ **برخورد چکش با میخ**
چکش در حال حرکت انرژی جنبشی بالایی دارد. وقتی با میخ برخورد می‌کند حرکت آن کند می‌شود و انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. این انرژی ناپدید نمی‌شود بلکه مقداری از آن صرف شکافته شدن چوب و باز کردن راه برای میخ می‌شود و قسمتی از آن به صورت انرژی گرمایی و بخشی از آن هم به شکل انرژی صوتی در می‌آید.

انرژی شیمیایی

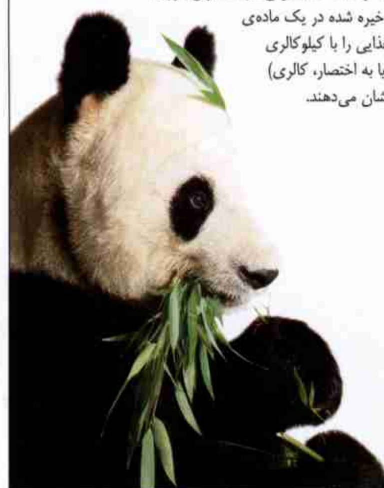
در این انرژی واکنش‌های شیمیایی دخالت دارند. وقتی عناصر با یکدیگر ترکیب می‌شوند واکنش شیمیایی رخ می‌دهد و انرژی در ترکیبات آن‌ها به شکل انرژی پتانسیل شیمیایی ذخیره می‌شود. این انرژی می‌تواند در واکنش‌های شیمیایی دیگر آزاد شود. غذایی که می‌خوریم انرژیی را ذخیره می‌کند که در فرایند هضم آزاد می‌شود. انرژی همچنین می‌تواند در فرایندی، به‌نام احتراق، از سوختن مواد شیمیایی آزاد شود. سوخت‌ها ترکیباتی شیمیایی هستند که از طریق احتراق انرژی گرمایی آزاد می‌کنند.



▲ **سوختن زغال**
سوخت‌هایی از قبیل زغال را هیدروکربن می‌گویند؛ که ترکیباتی شیمیایی، عمدتاً متشکل از هیدروژن و کربن، هستند. وقتی زغال در هوا می‌سوزد ملکول‌های هیدروکربن به ترکیبات ساده‌تر تجزیه می‌شوند و انرژی پتانسیل شیمیایی هیدروکربن به‌صورت انرژی گرمایی آزاد می‌شود. همزمان، انرژی نوری نیز تولید می‌شود و به همین دلیل است که آتش علاوه بر گرما نور هم دارد.

غذا به عنوان انرژی شیمیایی

وقتی انسان و جانوران دیگر غذا می‌خورند انرژی ذخیره شده در غذا را برای گرم نگه داشتن خود، رشد و ترمیم جسم خود و حرکت مورد استفاده قرار می‌دهند. غذاهای مختلف مقادیر انرژی ذخیره شده‌ی متفاوتی دارند. میزان انرژی ذخیره شده در یک ماده‌ی غذایی را با کیلوکالری (یا به اختصار، کالری) نشان می‌دهند.



نوع جانور	کالری مورد نیاز روزانه
فیل	۴۰۰۰۰
پاندا	۲۰۰۰۰
مرد	۲۶۰۰ (فعالیت معمولی)
زن	۲۳۰۰ (فعالیت معمولی)
کودک(۷ - ۱۰ ساله)	۲۰۰۰
موش	۲۰

نیز نگاه کنید به ◀◀ ملکول‌ها ۲۸-۲۹ • واکنش‌های شیمیایی ۳۰-۳۱ • کش‌سانی ۶۹ • گرانش ۷۲ • کار ۷۸-۷۹ • گرما ۸۰-۸۱

کار

کار به‌عنوان انرژی مورد نیاز برای انجام یک عمل، از طریق واردکردن نیرو برای جابه‌جا کردن اجسام، تعریف می‌شود. میزان کار انجام شده برابر است با انرژی مورد استفاده و هر دو را با **ژول** اندازه‌گیری می‌کنند. برای بالا بردن یک وزنه در مسافتی معین به انرژی نیاز است زیرا ناچاریم بر نیروی جاذبه غلبه کنیم. ماشین‌های **پرقدرت** می‌توانند در زمانی کوتاه مقدار زیادی کار انجام دهند. ماشین‌های **کارآمد** در هنگام انجام کار انرژی نسبتاً کمی تلف می‌کنند.

قایق در حال حمل الوار ◄

با وجودی که الوارها شناورند اما بسیار سنگین هستند و همچنین باید مقاومت آب را خنثی کنند. قایق یدک‌کش برای غلبه بر مقاومت آب و جلو بردن الوارها به نیروی زیادی نیاز دارد. کاری که انجام می‌دهد، کشیدن الوارها در مسافتی معین در داخل آب است.

الوارها برای جابه‌جایی از حرکت یدک‌کش نیرو می‌گیرند



▲ مورچه‌ی برگ‌خوار

این مورچه‌ی کوچک می‌تواند باری چندین برابر وزن خود را بلند و حمل کند. مورچه باید در بلند کردن برگ بر نیروی جاذبه غلبه کند و به‌همین دلیل برگ را یکوری بر می‌دارد تا مقاومت هوا کاهش یابد. این امر کمک می‌کند تا میزان کاری که باید انجام دهد کاهش یابد.

کارآیی

کارآیی عبارت است از میزان کار مفیدی که انرژی یک دستگاه تولید می‌کند. هیچ دستگاهی تاکنون تمام انرژی خود را به‌کار تبدیل نکرده است چون مقداری از انرژی همواره در فرآیند عمل تلف می‌شود. موتور اتومبیل‌ها سوخت را به انرژی مورد نیاز برای حرکت تبدیل می‌کنند اما در انجام این کار داغ می‌شوند. این گرما کمکی به حرکت اتومبیل نمی‌کند؛ بنابر این اتومبیل در مقایسه با بسیاری از ماشین‌ها وسیله‌ای نسبتاً نا کارآمد است.

ماشین‌ها تا چه اندازه کارآمد هستند؟

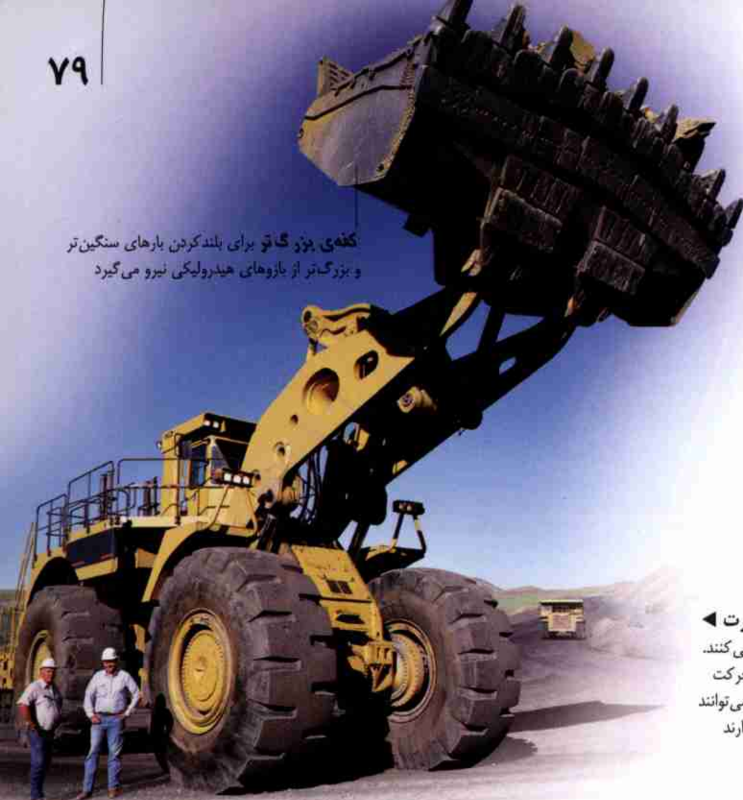
دوچرخه	۹۰ درصد
توربین بخار نیروگاه برق	۳۵ درصد
بدن انسان	۲۴ درصد
موتور اتومبیل بنزینی	۲۰–۲۵ درصد
لامپ الکتریکی	۵ درصد

یدک‌کش وسیله‌ی صد درصد کارآمدی نیست زیرا مقداری از انرژی را صرف جابه‌جا کردن آب و مقداری را هم به‌صورت گرما و صدا تلف می‌کند



◄ دستگاه کارآمد

دوچرخه از ماشین‌های کارآمد است. در دوچرخه نیروی ماهیچه‌ی دوچرخه‌سوار به‌حرکت تبدیل می‌شود و در این فرایند انرژی اندکی هدر می‌رود. دوچرخه سواران در مسابقات لباس‌های آئرودینامیک می‌پوشند تا در مقابله با مقاومت هوا انرژی کم‌تری هدر رود و انرژی بیش‌تری صرف حرکت دوچرخه شود.



کفه‌ی بزرگ‌تر برای بلندکردن بارهای سنگین‌تر و بزرگ‌تر از بازوهای هیدرولیکی نیرو می‌گیرد

قدرت

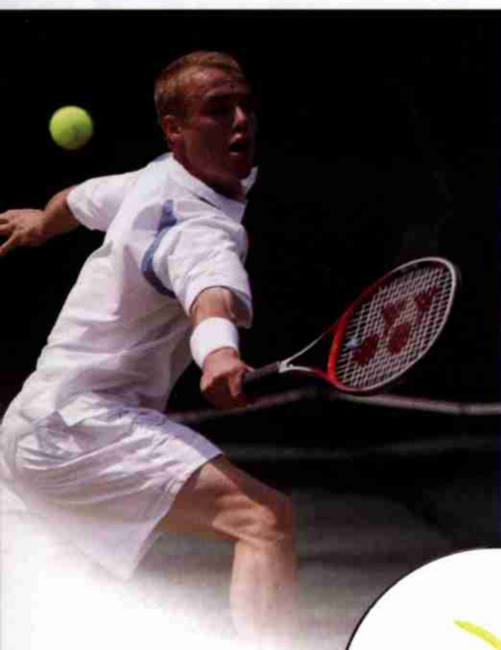
بعضی ماشین‌ها کار را با سرعت بیش‌تری نسبت به بعضی دیگر انجام می‌دهند. این ماشین‌ها را پرقدرت یا توانمند می‌گوییم. قدرت یا توان مقدار کاری است که یک ماشین در زمانی معین انجام می‌دهد. اتومبیل‌هایی که موتورهای بزرگ‌تر دارند سریع‌تر حرکت می‌کنند، یعنی در زمان معین مسافت بیش‌تری را می‌پیمایند. بنابر این اتومبیل‌های تندروتر کار را سریع‌تر از اتومبیل‌های کندتر انجام می‌دهند و در نتیجه، ماشین‌هایی توانمندترند.

ماشین حفاری پرقدرت ◄

این بیل مکانیکی با استفاده از نیرو بارهای سنگین را جابه‌جا می‌کنند. هر چه کفه‌ی ماشین بزرگ‌تر باشد باری که می‌تواند در یک حرکت جابه‌جا کند بیش‌تر است. بیل‌های مکانیکی با کفه‌های بزرگ می‌توانند مقدار کار بیش‌تری نسبت به بیل‌هایی که کفه‌های کوچک‌تر دارند انجام دهند. بنابر این بیل‌های مکانیکی با کفه‌های بزرگ‌تر ماشین‌هایی پرقدرت ترند.

ژول

مقدار کار انجام شده دریک مسافت معین مساوی است با مقدار نیرو (به نیوتن) ضرب در فاصله‌ی جابه‌جایی (به متر). کار انجام شده را با ژول اندازه می‌گیرند که به افتخار جیمز پرسکات ژول فیزیکدان انگلیسی (۱۸۱۸-۱۸۸۹) نام‌گذاری شده است. برای انجام یک مقدار معین کار به همان مقدار انرژی نیاز است؛ بنابراین انرژی را نیز با ژول اندازه می‌گیرند.



◄ یک ژول

یک ژول مقدار کاری است که یک نیوتن نیرو در مسافت جابه‌جایی یک متر انجام می‌دهد. برای انجام یک ژول کار به یک ژول انرژی نیاز است. در جابه‌جا کردن بار با یک نیروی معین در مسافت دو متر، دو ژول کار انجام می‌گیرد.









صد کالری (۴۲۰ کیلو ژول) انرژی

غذاهای پر انرژی ◄

وقتی بازیکن تنیس به توپ ضربه می‌زند کار انجام می‌گیرد. اگر او قبل از مسابقه یک موز بخورد بدنش انرژی ذخیره شده در موز را برای انجام این کار صرف می‌کند. ارزش انرژی مواد غذایی را با کیلو ژول یا کیلو کالری اندازه می‌گیرند. بدن انسان تمام غذایی را که می‌خورد به کار مفید تبدیل نمی‌کند؛ بنابر این صد در صد کارآمد نیست.

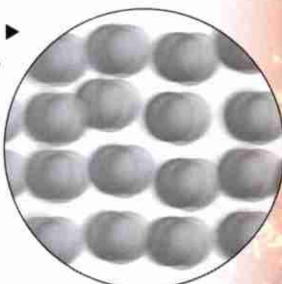
نیز نگاه کنید به ◄◄ نیرو ۶۴-۶۵ • اصطکاک ۶۸ • جاذبه ۷۲ • انرژی ۷۶-۷۷ • ماشین‌ها ۸۸-۹۱ • موتور ۹۲

گرما

فلز حرارت دیده در کوره گرمای خود را با درخشش سرخ رنگ و جرقه نشان می‌دهد. اما در یخ و برف نیز مقداری گرما وجود دارد. گرما انرژی جنبشی ذخیره شده در همه‌ی اجسام، اعم از گرم و سرد، است. انرژی گرمایی ذرات درون یک جسم (اتم‌ها و ملکول‌ها) را به حرکت وا می‌دارد. **دما** میزان گرمی یا سردی یک جسم، بسته به انرژی گرمایی آن، است. دما را با **دماسنج** اندازه می‌گیرند.

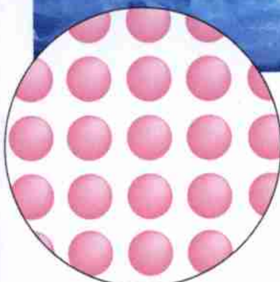
◄ فلز مذاب

وقتی آهن در کوره حرارت می‌بیند درخششی سرخ رنگ پیدا می‌کند و سپس در دمای ۱۵۳۵ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. در این دما، ذرات آن با مقدار زیادی انرژی جنبشی به‌حرکت در می‌آیند. شکل مقابل ذرات را در این دما و در حال حرکت نشان می‌دهد. در دماهای بالاتر، ذرات سرعتشان افزایش می‌یابد و آهن در کوره شروع به جوشیدن می‌کند.



ذرات آهن داغ





ذرات یخ

▲ کوه یخ شناور

یخ سرد است، اما با این وجود، حاوی مقداری انرژی گرمایی است. کوه یخ از ذرات آب تشکیل شده است که در یک ساختار بلوری سخت در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این ذرات اندکی ارتعاش دارند. اگر کوه یخ آن قدر سرد شود که حرکت ذراتش به‌کلی متوقف شود در پایین‌ترین دمای ممکن قرار گرفته است که به آن صفر مطلق می‌گوییم.

▼ مقیاس دما

دماسنج را با درجه‌ی سلسیوس (همچنین موسوم به سانتیگراد با نماد (C) یا فارنهایت (F) و یا مقیاس دمای مطلق (با واحد کلوین(K) درجه بندی‌می‌کنند. درجه‌ی سلسیوس از نقطه‌ی انجماد آب (درجه‌ی صفر) تا نقطه‌ی جوش آن (۱۰۰ درجه سانتیگراد) درجه‌بندی شده است.

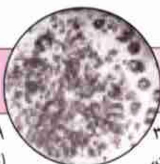
صفر مطلق پایین ترین دمای ممکن و برابر با ۲۷۳- درجه سانتیگراد، (۴۶۰- درجه فارنهایت یا صفر درجه کلوین) است.



منطقه‌ی قطب جنوب با دمای ۸۹- درجه‌ی سانتیگراد، (۱۲۸- درجه فارنهایت، ۱۸۴ درجه کلوین) پایین‌ترین دمای کره‌ی زمین را دارد



دمای بدن انسان سالم برابر با ۳۷ درجه سانتیگراد، (۹۸/۶ درجه فارنهایت، ۳۱۰ درجه کلوین) است



آب در ۱۰۰درجه سانتیگراد، (۲۱۲ درجه فارنهایت، ۳۷۳ درجه کلوین) به‌جوش‌می‌آید

دما

دما میزان گرما یا سرما است. چیزهایی‌که دمای بالا دارند داغ‌تر از چیزهایی هستند که دمایشان پایین است چون مقدار انرژی گرمایی درون آن‌ها بیش‌تر است. هر جسمی می‌تواند انرژی گرمایی خود را به اجسام سردتر منتقل‌کند. در طول این انتقال، جسم اول سرد می‌شود و دمای آن پایین می‌آید. جسم سردتر با گرفتن گرما دمایش بالا می‌رود.

بام را با عایق می‌پوشانند تا گرمای کم‌تری خارج شود

پنجره‌های پوشیده با پرده به‌رنگ نارنجی نشان داده شده‌اند چون گرما از طریق شیشه بیرون می‌رود

پنجره‌های بدون پرده به‌رنگ زرد نشان داده شده‌اند چون گرمای بیش‌تری از شیشه‌های آن‌ها بیرون می‌رود

▲ تصویر حرارتی خانه
خانه‌ها معمولاً در شب گرم‌تر از هوای خنک بیرون هستند لذا گرما تمایل دارد به جاری شدن از درون به بیرون. این تصویر که توسط دوربینی حساس به گرما گرفته شده است، قسمت‌های گرم‌تر خانه را به‌رنگ زرد و نارنجی و قسمت‌های خنک‌تر را با صورتی و بنفش نشان می‌دهد. از پنجره‌ها و درها مقدار زیادی گرما بیرون می‌رود و مقداری از گرما هم از طریق دودکش خارج می‌شود.

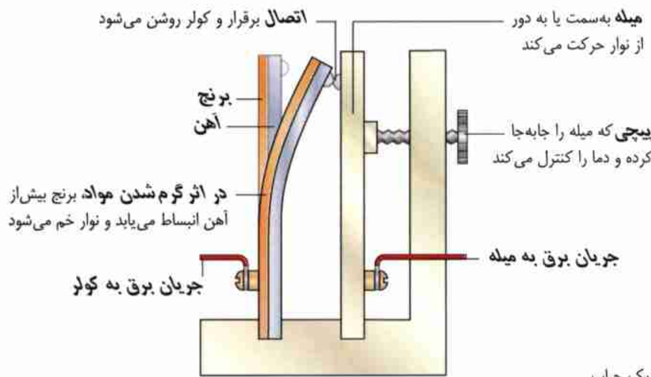




شاتل فضایی ◄
وقتی شاتل فضایی به جو زمین باز می‌گردد سرعتی بسیار بالا دارد. مقاومت هوا بدنه‌ی شاتل را تا حدود ۳۵۰۰ درجه سانتیگراد گرم می‌کند. این دما برای ذوب‌کردن بیش‌تر مواد کافی است، اما شاتل فضایی با سفال‌های سرامیکی پوشانده شده است‌که در مقابل این حرارت مقاومت می‌کنند.

دماسنج

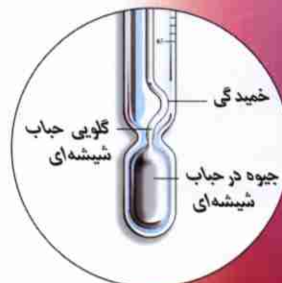
دماسنج وسیله‌ی اندازه‌گیری مقدار گرما بر روی یک مقیاس گرمایی است. هر چه جسم داغ‌تر باشد انرژی گرمایی آن بیش‌تر است و انبساط بیش‌تری پیدا می‌کند. دماسنج با استفاده از این خاصیت دما را اندازه‌گیری می‌کند. مایع درون دماسنج با گرم‌تر شدن انبساط می‌یابد و در لوله بالا می‌رود. این لوله درجه‌بندی شده و درجات روی آن، میزان دما را نشان می‌دهند.



▲ ترموستات
ترموستات وسیله‌ای است برای خاموش و روشن‌کردن دستگاه‌هایی مثل‌کولر جهت ثابت نگه داشتن دما. وقتی اتاق گرم می‌شود، نوار برنجی ترموستات بیش از نوار آهنی متصل به آن انبساط می‌یابد. نوار به‌سمت داخل خم می‌شود و یک مدار الکتریکی را کامل و اتصال را برقرار می‌کند و کولر روشن می‌شود.

◄ دماسنج طبی
این نوع دماسنج برای اندازه‌گیری دمای بدن انسان طراحی شده است. دمای بدن انسان نمی‌تواند تغییرات وسیعی داشته باشد. لذا دماسنج طبی دامنه‌ی کوتاهی را پوشش می‌دهد (از ۳۲ تا ۴۲ درجه سانتیگراد). بنابراین نشانه‌های روی دماسنج طبی می‌توانند از یکدیگر دور باشد، که خواندن دماسنج را آسان‌تر و دقیق‌تر می‌کند.

◄ دماسنج جیوه‌ای
این نوع دماسنج شامل مقدار اندکی جیوه‌ی مایع در یک حباب شیشه‌ای در انتهای خود است. برای تعیین دمای بدن یک شخص، حباب شیشه‌ای در دهان او قرار داده می‌شود. جیوه در اثر گرم شدن توسط دمای بدن شخص منبسط می‌شود و در لوله بالا می‌رود. یک خمیدگی در لوله مانع از بازگشت سریع جیوه می‌شود تا بتوان دما را با دقت خواند و ثبت کرد.

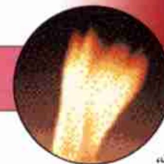




دمای درون خورشید ۱۴میلیون‌درجه سانتیگراد، (۲۵ میلیون درجه فارنهایت، ۱۴میلیون درجه کلوین) است



گاز طبیعی در ۶۶۰ درجه سانتیگراد، (۱۲۲۰ درجه فارنهایت، ۹۳۳ درجه کلوین) می‌سوزد



کاغذ در دمای ۱۸۴ درجه سانتیگراد، (۳۶۳ درجه فارنهایت، ۴۵۷ درجه کلوین) می‌سوزد

نیز نگاه کنید به ◄◄ اتم‌ها ۲۴-۲۵ • انرژی ۷۶-۷۷ • انتقال گرما ۸۲-۸۳ • مدارها ۱۲۸-۱۲۹ • پوست ۳۵۱

انتقال گرما

انرژی گرمایی می‌تواند به سه طریق از یک مکان به مکانی دیگر منتقل شود؛ در فرایند **همرفت**، انرژی گرمایی توسط جابه‌جایی اجزای ماده منتقل می‌شود. در انتقال **هدایتی**، گرما توسط ذرات مرتعش منتقل می‌شود و در **تشعشع**، گرما مستقیماً از طریق امواج الکترومغناطیس حمل می‌شود. وقتی یک جسم داغ با جسم سردتری تماس حاصل می‌کند گرما از جسم داغ به جسم سرد منتقل می‌شود. اجسام در هنگام انتقال حرارت سردتر می‌شوند مگر این که انرژی گرمایی از دست داده شده به‌طور پیوسته جایگزین شود.



▲ **تبخیر**
یکی دیگر از فرایندهای انتقال گرما تبخیر است. وقتی یک سگ زبان خود را بیرون می‌گیرد و نفس نفس می‌زند رطوبت روی زبان به بخارآب تبدیل می‌شود – یعنی تبخیر می‌شود. برای تبدیل مایع به گاز به انرژی گرمایی نیاز است و به این وسیله، گرمای زبان سگ کاهش می‌یابد و به خنک کردن او کمک می‌کند. انسان‌ها به کمک عرق کردن از طریق سوراخ‌های کوچک روی پوست، که گرما را از بدن آن‌ها بیرون می‌راند، خنک می‌شوند.

هوا سرد می‌شود و پایین می‌آید

هوای گرم بالا می‌رود

همرفت

جریان همرفت مثل یک نقاله‌ی نامرئی عمل کرده گرما را در مایعات و گازها منتقل می‌کند. وقتی قسمتی از مایع گرم می‌شود انبساط می‌یابد. این امر باعث می‌شود مایع سبک‌تر از مایعات اطراف شود و به بالا برود. با دور شدن مایع گرم از منبع گرما، مایع خنک‌تر جای آن را می‌گیرد. سپس مایع گرم شده که از منبع دور شده خنک و دوباره به‌سمت پایین سرازیر می‌شود و این چرخه دوباره تکرار می‌گردد.





▲ **نسیم‌های دریایی**
در طول روز، نور آفتاب زمین را سریع‌تر از دریا گرم می‌کند. هوای گرم بالا می‌رود و از طریق همرفت به‌سمت دریا حرکت می‌کند و در آنجا خنک شده و یک جریان دایره‌ای را به‌وجود می‌آورد. به همین دلیل است که در سواحل دریا نسیم‌های دریایی در طول روز از دریا به‌سمت زمین می‌وزند و در شب که زمین سریع‌تر از دریا خنک می‌شود، هوای گرم از دریا به دلیل همرفت بالا می‌رود و جهت جریان بادها عوض می‌شود و باد از خشکی به دریا می‌وزد.



الکساندر فون هامبولت
آلمانی، ۱۷۶۹–۱۸۵۹
الکساندر فون هامبولت کاشف آلمانی نشان داد که اقیانوس‌ها چگونه با استفاده از جریان همرفت با یکدیگر تبادل دما می‌کنند. آب‌های گرم از منطقه‌ی استوا به‌سمت بالا می‌آیند و در سطح آب قطب‌ها جاری می‌شوند. سپس در قطب‌ها خنک شده و پایین می‌روند. جریان هامبولت که از سواحل آمریکای جنوبی به‌سمت قطب می‌رود به افتخار او نامگذاری شده است.

هوای گرم بالا می‌رود و بالن را پر می‌کند

شعله‌ی مشعل در قاعده‌ی بالن هوا را گرم می‌کند

▶ **بالن هوای داغ**
یک مشعل در قاعده‌ی بالن هوای درون آن را گرم می‌کند. هوای گرم در بالن بالا می‌رود و در یک مسیر دایره‌ای به‌نام جریان همرفت، به جریان می‌افتد. وقتی بالن از هوای داغ پر شد، از زمین بالا می‌رود چون هوای گرم درون بالن سبک‌تر از هوای سرد بیرون است.

هدایت

گرما در جامدات از طریق هدایت یا رسانش جابه‌جا می‌شود. اگر یک انتهای میله‌ای فلزی حرارت داده شود، انرژی گرمایی به‌سرعت در طول میله پیش می‌رود. ذرات گرم در میله جابه‌جا نمی‌شوند بلکه ارتعاش می‌کنند و انرژی خود را به ذرات کناری می دهند. موادی که رسانای الکتریسیته هستند رساناهای حرارت نیز می‌باشند. فلزات به‌خوبی گرما را هدایت می‌کنند ولی چوب، پلاستیک‌ها و شیشه رساناهای گرمایی ضعیفی هستند.

▼ **میله‌ی داغ فلزی**
وقتی انتهای یک میله‌ی آهنی حرارت داده شود، آن نقطه درخشش سرخ پیدا می‌کند و سپس به‌رنگ نارنجی درمی‌آید و سپس زرد می‌شود و بالاخره با بالا رفتن دما، به رنگ سفید می‌درخشد. انرژی گرمایی از طریق هدایت در میله جاری می‌شود. گرم ترین نقطه‌ی این میله‌ی آهنی نوک زرد رنگ آن است که کم‌ترین فاصله را با آتش دارد. قسمت‌های نارنجی و سرخ نیز خیلی داغ هستند.

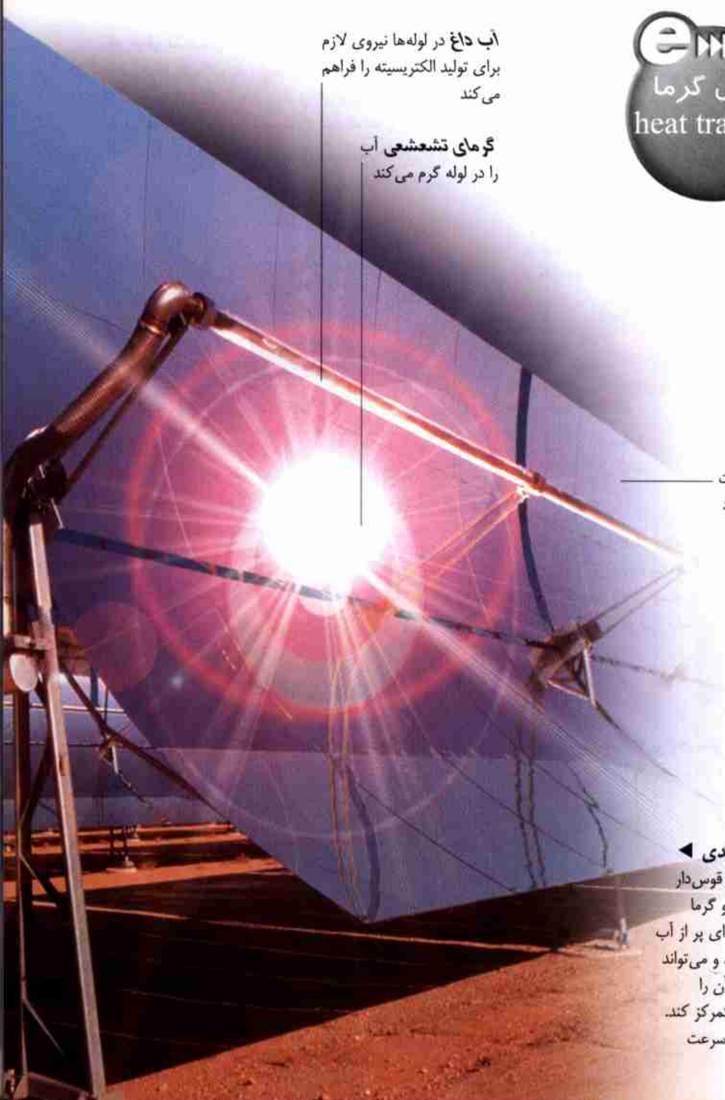


▲ **اتم‌های آهن چگونه گرما را هدایت می‌کنند؟**
وقتی به یک میله‌ی آهنی حرارت داده می‌شود، اتم‌های آن به شدت شروع به جنبش می‌کنند. دلیل حرکت آن‌ها این است که انرژی بیش‌تری به دست آورده‌اند. ارتعاش اتم‌ها، باعث می‌شود اتم‌های مجاور نیز به جنبش درآیند. به این ترتیب، انرژی گرمایی در طول میله منتقل می‌شود.



▲ **تابه‌ی آلومینیومی**
ظروف آشپزخانه از فلز ساخته می‌شوند – اغلب آلومینیوم. این فلز گرما را به خوبی هدایت می‌کند و انرژی گرمایی را به سرعت از اجاق به غذا منتقل می‌نمایند. دسته‌ی ظروف آشپزخانه را اغلب از چوب یا پلاستیک می‌سازند. این مواد رساناهای گرمایی خوبی نیستند و آن‌ها را عایق می‌گویند.

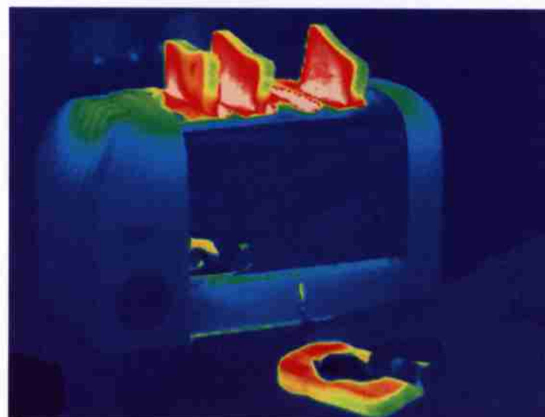




◄ **بازتاباننده‌ی خورشیدی**
این کوره‌ی خورشیدی از یک آینه‌ی قوس‌دار تشکیل شده است که تشعشعات نور و گرما را از خورشید می‌گیرد و به درون لوله‌ای پر از آب می‌تاباند. این آینه سطح وسیعی دارد و می‌تواند انرژی خورشیدی فراوانی را بگیرد و آن را بر روی سطح بسیار کوچک‌تر لوله متمرکز کند. به این ترتیب لوله و آب درون آن به سرعت گرم می‌شود.

تشعشع

تمام انرژی نوری و گرمایی که در زمین دریافت می‌کنیم از خورشید به‌دست می‌آید که این انرژی در امواج نامرئی الکترومغناطیسی در فضا حرکت می‌کند. به این امواج تشعشع می‌گویند. فضا بی‌انتها و خالی است و در نتیجه انرژی گرمایی نمی‌تواند از طریق همرفت یا هدایت از خورشید دریافت شود. اجسام داغ بر روی زمین، مثل آتش و رادیاتور شوفاژ، نیز از طریق تشعشع و تابش گرما را منتقل می‌کنند.



▲ **تشعشعات گرمایی توستر**
در داخل توستر، سیم‌های فلزی به وسیله‌ی الکتریسیته گرم می‌شوند تا جایی که درخشش سرخ به‌دست می‌آورند. نان با سیم‌ها در تماس نیست بلکه از طریق تابش گرما برشته می‌شود. سطوح داخل دستگاه از یک فلز بازتاباننده ساخته می‌شود تا میزان تابش به‌حداکثر برسد. در این تصویر که توسط یک دوربین حساس به گرما گرفته شده داغ‌ترین قسمت‌ها به‌رنگ سرخ و زرد و خنک‌ترین آن‌ها به‌رنگ‌های آبی و سبز نشان داده شده‌اند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ گرما ۸۰-۸۱ • امواج انرژی ۹۸-۹۹ • رساناها ۱۳۰ • خورشید ۱۷۰-۱۷۱ • اقیانوس‌ها ۲۲۸-۲۲۹

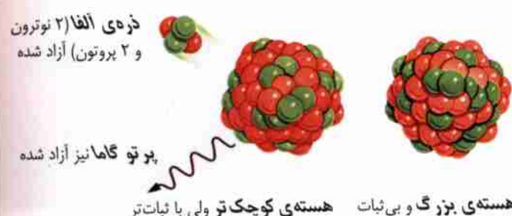
رادیواکتیویته

اتم‌های برخی از عناصر شیمیایی بی‌ثبات هستند. آن‌ها سعی می‌کنند آرایش جدیدی به‌خود بگیرند تا اتم‌هایی با ثبات‌تر بسازند. در این فرایند، آن‌ها ذراتی را از خود تشعشع می‌کنند. این فرایند را رادیواکتیویته می‌گویند. با وجودی‌که رادیواکتیویته می‌تواند برای انسان مضر باشد، اما برای زندگی روزمره‌ی ما مهم نیز می‌باشد. از این فرایند در تولید انرژی هسته‌ای و همچنین حفظ و نگهداری موادغذایی استفاده می‌شود و نقش مهمی در درمان سرطان دارد.



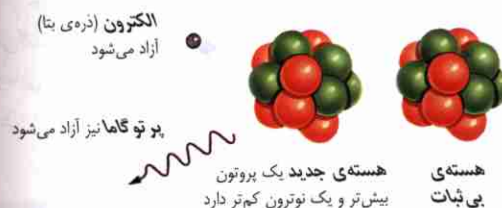
▲ **خطر تشعشع**
بعضی انواع رادیواکتیویته زیانبار هستند چون به بافت‌های بدن انسان آسیب می‌رسانند. اگر انسان مقدار زیادی رادیواکتیویته دریافت کند ممکن است به بیماری تشعشع مبتلا شود که اغلب باعث سرطان است. بیماری تشعشع همچنین بر باروری انسان‌ها نیز اثر می‌گذارد.

زوال آلفا



وقتی هسته‌ی یک اتم بی ثبات از هم می‌پاشد تا یک اتم کوچک‌تر ولی باثبات‌تر به وجود آید یک ذره‌ی آلفا تولید می‌شود. اتم جدید و کوچک‌تر ۲ پروتون و ۲ نوترون کم‌تر از اتم اولیه دارد. این ذرات جدا شده به یکدیگر می‌پیوندند و ذره‌ی آلفا را به‌وجود می‌آورند که به بیرون تابیده می‌شود. در این فرایند مقداری انرژی به‌صورت پرتو گاما آزاد می‌شود. پرتو گاما انرژی بالا و تابشی با فرکانس بسیار بالا دارد و سرعت آن با سرعت نور برابر است.

زوال بتا

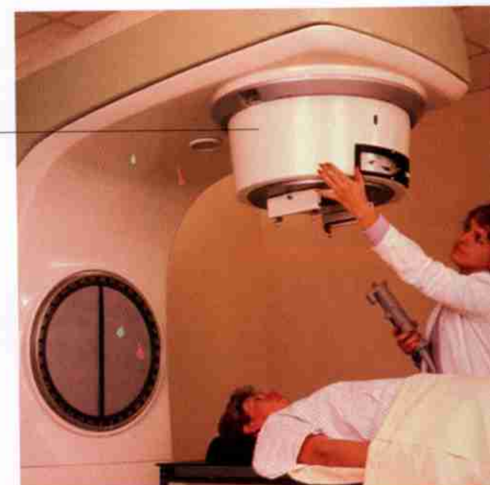


زوال بتا کاملاً متفاوت از زوال آلفا است. یکی از نوترون‌های هسته‌ی اتم بی‌ثبات به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود. پروتون به هسته می‌پیوندد ولی الکترون با سرعت بالا از هسته به بیرون پرتاب می‌شود. این الکترون پر انرژی سریع را ذره‌ی بتا می‌نامند. در این فرایند نیز مقداری انرژی به صورت پرتو گاما آزاد می‌شود.



▲ **انواع رادیواکتیویته**
ذرات آلفا و بتا و پرتو گاما که با حروف یونانی بالانشان داده می‌شوند، سه نوع تشعشع هستند که در یک فرایند رادیواکتیویته آزاد می‌شوند. ذره‌ی آلفا از دو پروتون متصل به دو نوترون تشکیل شده است. ذره‌ی بتا یک الکترون است و پرتو گاما تشعشع الکترومغناطیسی با انرژی بالا است.





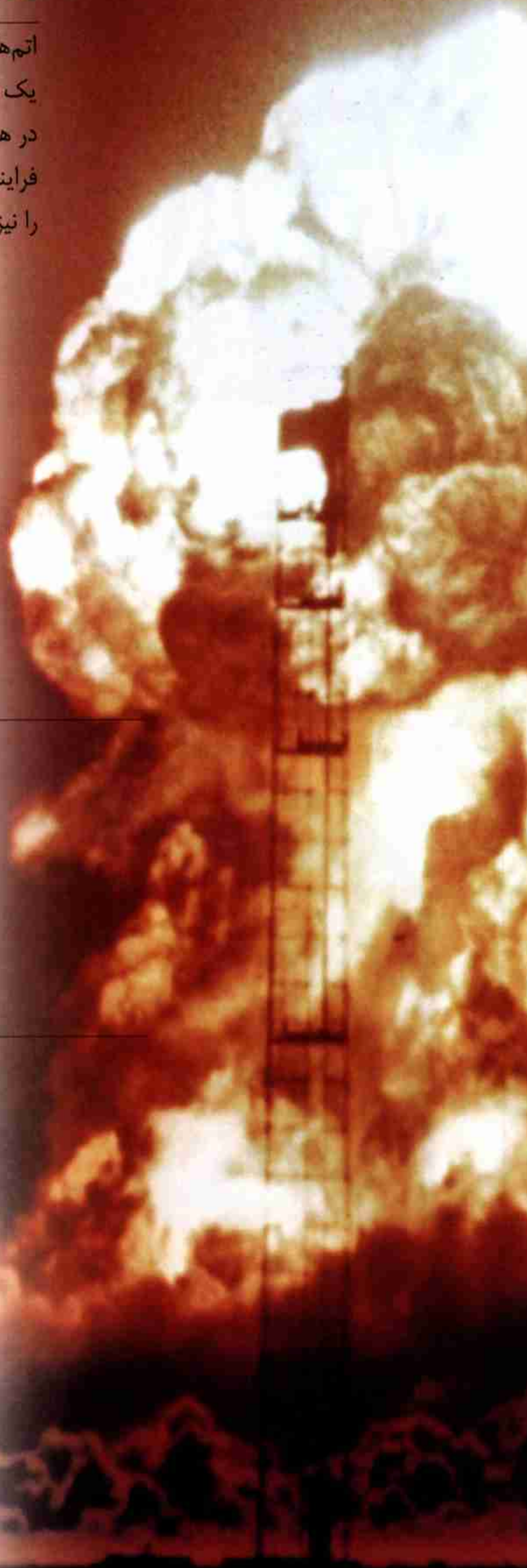
دستگاه پرتودرمانی (رادیوتراپی)
پرتو را به سمت بیمار هدایت می‌کند

▶ **پرتودرمانی**
چنان چه رادیواکتیویته به میزان زیاد بر انسان تابیده شود ممکن است به بافت‌ها و سلول‌های سالم آسیب برساند و موجب سرطان شود. از این فرایند می‌توان برای نابودکردن سلول‌های ناسالم و درمان‌سرطان نیز استفاده کرد. در پرتودرمانی، شعاع‌های رادیواکتیویته با هدف گیری دقیق بر بافت سرطانی و تومورها تابانده می‌شود. رادیواکتیویته سلول‌ها را نابود می‌کند و شانس بیمار برای زندگی را بهبود می‌بخشد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ عناصر ۲۲-۲۳ • اتم‌ها ۲۴-۲۵ • انرژی ۷۶-۷۷ • امواج انرژی ۹۸-۹۹ • بیماری‌ها ۳۷۰-۳۷۱

انرژی هسته‌ای

اتم‌ها کوچک هستند ولی می‌توانند انرژی بسیاری بالایی را آزاد کنند. وقتی یک اتم بی‌ثبات به یک اتم باثبات‌تر تغییر می‌کند رادیواکتیویته تولید می‌شود. این فرایند انرژی پتانسیل ذخیره شده در هسته‌ی اتم را نیز آزاد می‌کند. بعضی اتم‌ها می‌توانند منبع پیوسته‌ای از انرژی هسته‌ای را در فرایندی به نام واکنش زنجیره‌ای تولید کنند. انرژی هسته‌ای نیروی مخرب بمب‌های هسته‌ای را نیز ممکن می‌سازد، ولی بخش عمده‌ای از الکتریسیته‌ی جهان را نیز تولید می‌کند.



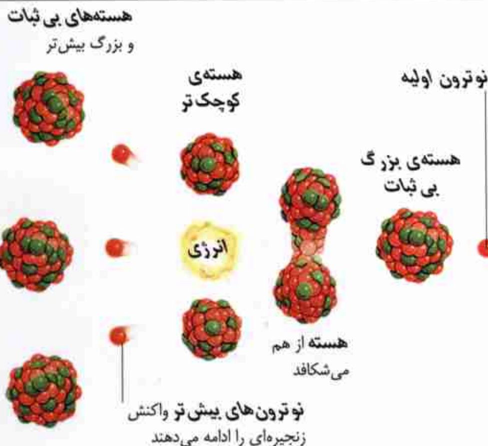
◀ انفجار هسته‌ای
وقتی یک بمب هسته‌ای منفجر می‌شود یک زنجیره‌ی غیرقابل کنترل واکنش‌هایی آغاز می‌شود که مقادیر زیادی انرژی را در زمانی اندک آزاد می‌کند. یک قطعه پلوتونیوم رادیواکتیو به اندازه‌ی یک توپ تنیس می‌تواند به اندازه‌ی ده‌ها هزار تن مواد منفجره‌ی نیرومند عمل کند.

ابر قارچ شکل متشکل از دود و گازهای ناشی از انفجار هسته‌ای

دود و شعله‌های حاصل از گرمای بسیار بالای انفجار



شکافت هسته‌ای



در شکافت هسته‌ای، اتم‌های بزرگ به اتم‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند و انرژی آزاد می‌شود. وقتی یک نوترون به طرف هسته‌ی یک اتم بزرگ پرتاب می‌شود، اتم را بی‌ثبات می‌کند و از هم می‌شکافد و دو اتم کوچک‌تر به وجود می‌آید. مقداری انرژی تولید می‌شود و تعدادی نوترون نیز آزاد می‌گردد. این نوترون‌ها با هسته‌های بزرگ‌تر و بی‌ثبات دیگر برخورد می‌کنند و واکنش زنجیره‌ای ادامه می‌یابد.

همجوشی هسته‌ای



در همجوشی هسته‌ای، وقتی اتم‌های کوچک‌تر به یکدیگر می‌پیوندند تا اتم‌های بزرگ‌تری تولید شود، انرژی بسیار بالایی آزاد می‌شود. در این فرایند، یک نوترون نیز آزاد می‌شود. ستاره‌هایی مانند خورشید، انرژی خود را از این راه به دست می‌آورند. در داخل آن‌ها، در دماها و فشارهای بسیار بالا، همجوشی هسته‌ای رخ می‌دهد. دانشمندان امیدوارند روزی فرا رسد که نیروگاه‌های هسته‌ای بتوانند با استفاده از همجوشی هسته‌ای منبع انرژی ارزان و پاکی را در اختیار مردم زمین قرار دهند.



لیزه مایتنر
اتریشی سوئدی، ۱۸۷۸–۱۹۶۸
این فیزیکدان اولین نفری بود که فرایند شکافت هسته‌ای را توضیح داد. او همچنین قبل از این که کسی بتواند واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای را به تحقق رساند، فرایند آن را پیش‌بینی کرد. او از حامیان پیشبرد نیروی هسته‌ای بود، ولی به شدت با تولید بمب‌های هسته‌ای مخالفت می‌کرد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ عناصر ۲۲-۲۳ • اتم‌ها ۲۴-۲۵ • هیدروژن ۳۸ • انرژی ۷۶-۷۷ • منابع انرژی ۸۶-۸۷

منابع انرژی

هر کاری که انجام می‌دهیم انرژی می‌برد. ما این انرژی را از منابع مختلف به‌دست می‌آوریم. نور و گرمای خورشید منبع بیشترین انرژی مورد استفاده بر روی زمین است. این انرژی در سوخت‌هایی همچون زغال سنگ و نفت، که از بقایای فسیل شده‌ی گیاهان و جانوران در طول میلیون‌ها سال درست شده‌اند، ذخیره شده است.
البته منابع این سوخت‌های فسیلی محدود هستند و به همین دلیل به فکر تأمین **انرژی تجدیدپذیر** بوده‌ایم. یکی از جایگزین‌های مناسب برای سوخت‌های فسیلی **انرژی زمین-گرمایی** است که در اعماق زمین تولید می‌شود.



▲ **تلنبه‌ی نفت**
نفت خام را می‌توان با تلنبه‌هایی نظیر این، که بر روی چاه نصب می‌شود، استخراج کرد. سوخت‌هایی مانند نفت خانگی، بنزین و گاز از نفت خام به‌دست می‌آیند. نفت در اثر مرگ و میر پلانکتون‌ها و پوسیدن آن‌ها در طول میلیون‌ها سال و تحت فشار به‌وجود می‌آید که کربن فراوانی دارد. بیش‌تر نفت خام در زیر دریاها و در خشکی، در اعماق زمین در نزدیکی سواحل یافت می‌شود.



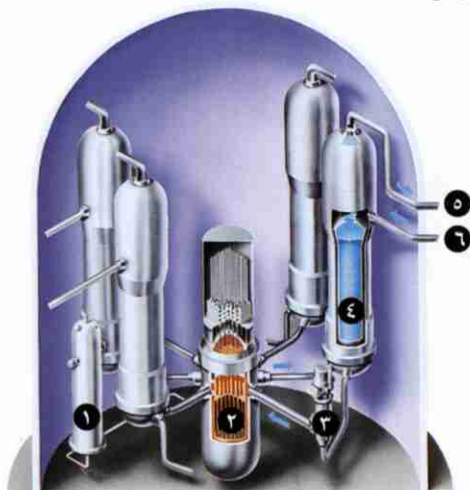
▶ **نیروگاه برق با سوخت زغال سنگ**
این نیروگاه برق با سوزاندن زغال سنگ انرژی شیمیایی آزاد می‌کند که در تولید الکتریسیته به کار می‌رود. انرژی خورشید توسط گیاهان به ترکیبات کربنی تبدیل می‌شود. وقتی گیاهان می‌پوسند به ماده‌ای تیره و خاک مانند به نام تورب (زغال سنگ نارس) تبدیل می‌شوند. تورب در طول میلیون‌ها سال مدفون بودن در زیر مواد دیگر و تحت فشار به زغال سنگ تبدیل می‌شود.



زغال سنگی که از عمق زمین استخراج می‌شود حاوی انرژی ذخیره شده در طول میلیون‌ها سال است

داخل یک نیروگاه هسته‌ای

در راکتور شکافتی یک نیروگاه هسته‌ای واکنش‌های هسته‌ای رخ می دهد. خنک‌ساز (آب‌سرد) به دور راکتور تلنبه می‌شودکه در اثر حرارت حاصل از واکنش‌ها، به بخار تبدیل می‌شود. این بخار به توربینی تغذیه می‌شود که نیروی الکتریسیته را تولید می کند.



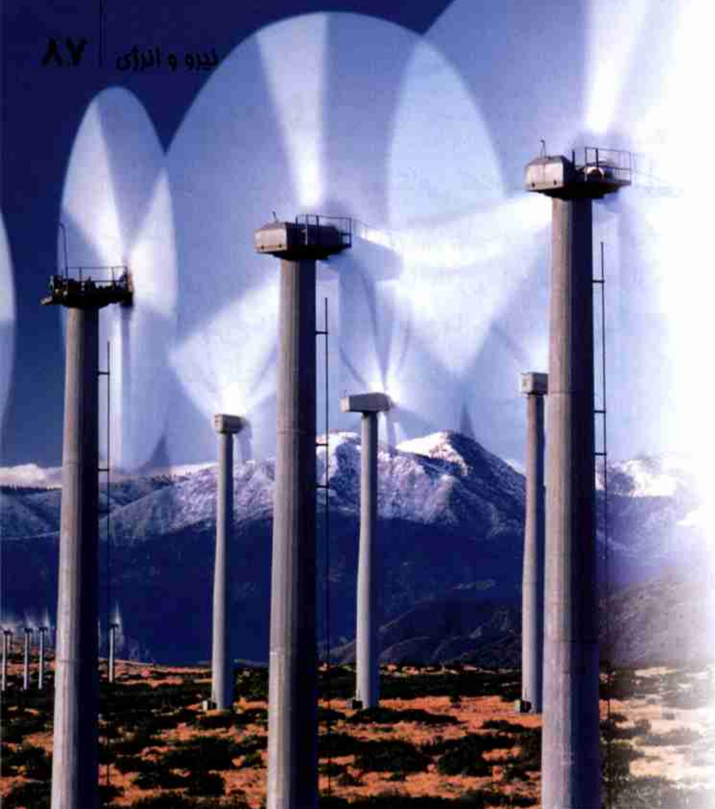
۱ هسته‌ی راکتور حاوی سوخت و میله‌های کنترل است.
۲ تلنبه‌ی خنک‌ساز آب را در اطراف راکتور به گردش در می‌آورد.
۳ پمپ، آب سنگین را دور راکتور می‌چرخاند.
۴ آب داغ در داخل مولد بخار به بخار تبدیل می‌شود.
۵ بخار توربین را به گردش درمی‌آورد
۶ بخار دوباره سرد و به آب تبدیل و دوباره به مولد بخار بازگردانده می‌شود.



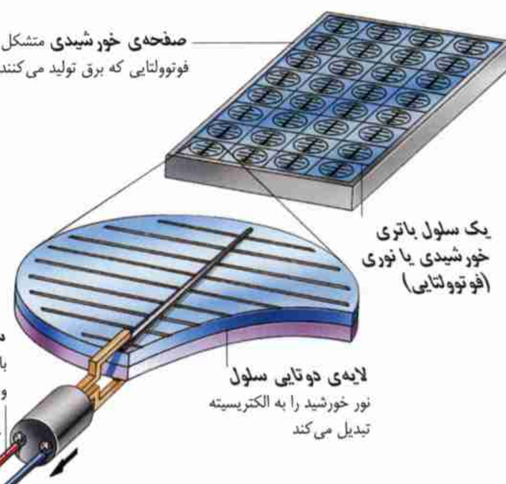
▶ **انرژی خورشیدی**
میزان انرژی خورشیدی که در هر ثانیه به زمین می‌رسد برابر است با نیرویی که ۲۰۰ هزار کامیون زغال سنگ قادر به تولید آن است. انرژی خورشیدی از واکنش‌های هسته‌ای درون آن سرچشمه می‌گیرد. خورشید را می‌توان به گونه‌ای یک نیروگاه هسته‌ای بسیار عظیم در نظر گرفت.

انرژی تجدیدپذیر

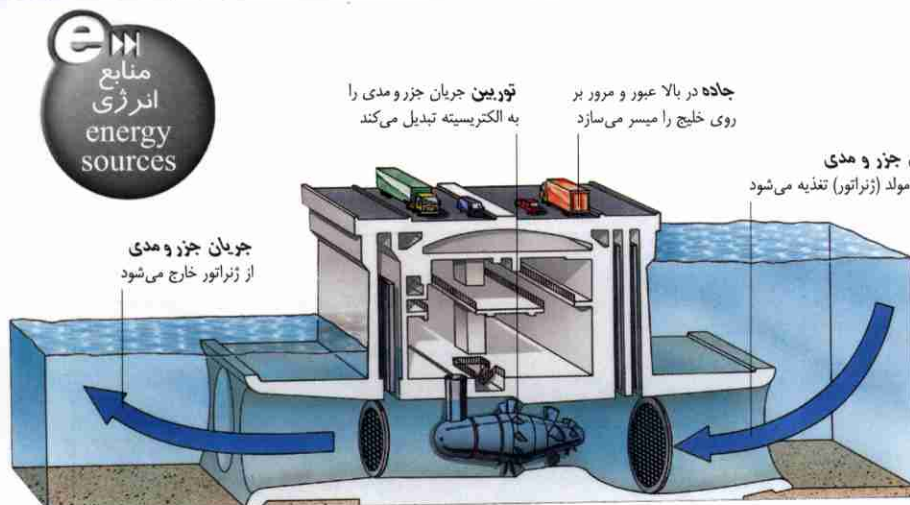
تا مدت‌ها پس از پایان یافتن سوخت‌های فسیلی، جزر و مد دریاها ادامه خواهد یافت، باد خواهد وزید و خورشید همچنان خواهد درخشید. انرژی اقیانوس‌ها، بادها وخورشید را انرژی تجدیدپذیر می‌گویند چون هرگز تمام نخواهد شد. استفاده از انرژی تجدیدپذیر برای طبیعت هم بهتر است؛ چون برخلاف سوخت‌های فسیلی، مواد آلاینده‌ی زیانبار بر جا نمی‌گذارند و به مشکل گرم شدن جهانی نمی‌افزایند.



نیروگاه بادی ◄
وقتی پره‌های این توربین‌های بزرگ بادی می‌چرخند مقداری از انرژی باد را دریافت می‌کنند. تیغه‌های چرخان ژنراتوری را به حرکت درمی‌آورند و یک جریان الکتریکی به‌وجود می‌آید. مجموعه‌ی این توربین‌ها می‌تواند انرژی الکتریکی کافی برای یک محله را تأمین کند.



▲ باتری‌های خورشیدی
یک صفحه‌ی خورشیدی می‌تواند از تعداد فراوانی سلول‌های کوچک فوتوولتایی خورشیدی تشکیل شود. سلول فوتوولتایی دستگاهی الکترونیکی است که نور را به الکتریسیته تبدیل می‌کند. وقتی نور خورشید بر سلول می‌تابد، باعث می‌شود الکترون‌ها از یک لایه‌ی سلول به لایه‌ی دیگر حرکت کنند. حرکت الکترون‌ها جریانی را در سلول ایجاد می‌کند که از طریق سیم‌ها برای مصرف یا ذخیره در یک باتری بزرگ جمع آوری می‌شود.



ژنراتور جزر و مدی ◄
در جریان جزر و مد، آب در رودخانه‌هایی که به خلیج‌ها در سواحل اقیانوس‌ها وصل هستند عقب و جلو می‌رود. یک ژنراتور جزر و مدی در واقع نوعی پل است که دهانه‌ی خلیج را سد می‌کند تا جزر و مد مجبور باشد از داخل آن بگذرد. هر بار که آب به داخل یا به بیرون رانده می‌شود توربینی را در داخل ژنراتور به‌حرکت درمی‌آورد و الکتریسیته تولید می‌شود.

انرژی زمین-گرمایی

این نوع انرژی توسط خورشید تولید نمی‌شود. این انرژی توسط واکنش‌های شیمیایی پیوسته‌ی اعماق زمین به‌وجود می‌آید. این واکنش‌ها انرژی گرمایی بالایی را در هسته‌ی زمین تولید می‌کنند که این گرما از طریق همرفت به پوسته‌ی زمین می‌رسد. آتشفشان‌ها و چشمه‌ها و آبفشان‌های داغ انرژی زمین گرمایی را به سطح زمین می‌رسانند.



نیروگاه زمین گرمایی ◄
نیروگاه زمین گرمایی نیروی خود را از گرمای زمین می‌گیرد. آب سرد را به داخل چاهی که در زمین حفر شده تلنبه می‌کنند. انرژی زمین گرمایی آب را گرم کرده و به‌صورت آب داغ و بخار به سطح زمین می‌فرستد. این آب داغ را می‌توان به کارخانجات و خانه‌های نزدیک لوله کشی کرد. از بخار آن برای چرخاندن توربین و تولید الکتریسیته استفاده می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◄◄ صنایع شیمیایی ۵۰-۵۱ • انرژی هسته‌ای ۸۵ • ژنراتورها ۱۳۷ • خورشید ۱۷۰-۱۷۱ • منابع زمین ۲۴۸-۲۴۹

ماشین‌ها

از نظر علمی، ماشین به هر دستگاهی گفته می‌شود که نیرویی را به نیروی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر دیگر تبدیل می‌کند و یا جهتی را که نیرو در آن عمل می‌کند تغییر می‌دهد. ماشین‌ها شکل‌ها و اندازه‌های مختلف دارند. ماشین‌های بزرگ مانند جرثقیل‌ها، بلدوزرها و کامیون‌ها از ماشین‌های ساده‌تر و کوچک‌تری همچون **اهرم‌ها**، **چرخ‌ها**، **قرقره‌ها**، **پیچ‌ها** و **دنده‌ها** استفاده می‌کنند. ابزار ساده‌ای چون بیل، چاقو، میخ‌کش و فندق‌شکن نیز ماشین به‌حساب می‌آیند.

اهرم‌ها

بیش‌تر اهرم‌ها چند برابر کننده‌ی نیرو هستند. اهرم تلاش لازم برای جابه‌جایی نیرویی به‌نام بار را کاهش می‌دهد و یک نیروی کوچک را به نیرویی بزرگ‌تر تبدیل می‌کند. وقتی نیرویی بر جسمی که در یک نقطه ثابت شده است وارد می‌آوریم، جسم به دور این نقطه می‌چرخد. هر چه نیرو از نقطه‌ی گردش دورتر باشد جابه‌جایی جسم آسان‌تر است. اهرم‌ها به این وسیله انجام کار را آسان‌تر می‌کنند.

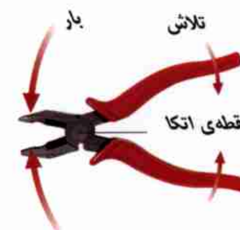
قسمت جلوی کفه در یک قوس بزرگ بالا می‌رود و بار را خالی می‌کند

شاسی طوری ساخته شده تا در برابر بارهـای بزرگ و سنگین مقاوم باشد

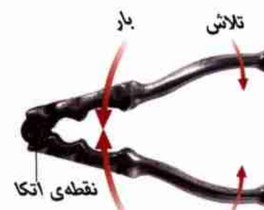
کامیون با کفه‌ی بالا رونده ◄
کفه‌ی این کامیون حول محوری درست در بالا و پشت چرخ های عقب می‌چرخد. بازوهای هیدرولیکی کفه را بالا و پایین می‌برند. بار در قسمت کفه، بین نقطه‌ی ایراد نیرو و محور چرخش قرار دارد. به‌این ترتیب، کفه به‌صورت یک اهرم بزرگ نوع دوم عمل می‌کند و تلاش برای بالابردن کفه و خالی‌کردن بار را کاهش می‌دهد.

انواع اهرم

اهرم‌ها به یکی از این سه روش عمل می‌کنند: نوع اول و دوم نیروی وارده را به نیروی بزرگ‌تری تبدیل می‌کنند. اهرم نوع سوم برعکس عمل می‌کند، یعنی نیرو را کاهش می‌دهد و کنترل آن در یک مسافت طولانی‌تر را افزایش می‌دهد.



اهرم نوع اول
انبردست تلاش لازم برای‌گرفتن چیزی را کاهش می‌دهد. بار و تلاش در دو سمت مخالف نقطه‌ی اتکا قرار دارند. بار بزرگ‌تر از تلاش است.



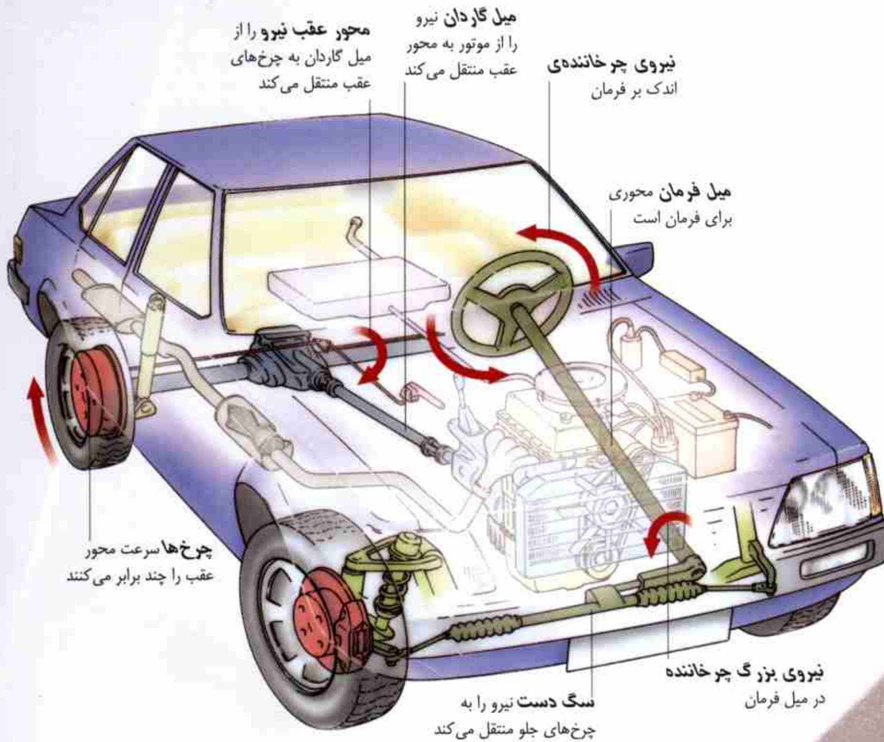
اهرم نوع دوم
فندق شکن تلاش برای شکستن فندق را کاهش می‌دهد. نیرو در فاصله‌ای دورتر از بار نسبت به نقطه‌ی اتکا وارد می‌شود. بار بزرگ‌تر از تلاش است.



اهرم نوع سوم
انبر و موچین نیرو را کاهش داده و کنترل ما بر نیرو را افزایش می‌دهند. نیرو برنقطه‌ای نزدیک‌تر به نقطه‌ی اتکا نسبت به بار وارد می‌شود و بزرگ‌تر از بار است.

چرخ‌ها

چرخ و محوری که آن را می‌چرخاند در مجموع ماشینی هستند که مانند یک اهرم عمل می‌کنند. فاصله‌ی بین محیط چرخ و محور یا سرعت و مسافت و یا نیرو را افزایش می‌دهد. اگر نیرویی بر محور وارد شود، چرخ بیش‌تر به گردش درمی‌آید و اگر نیرویی بر محیط چرخ وارد شود محور با نیروی بیش‌تری می‌چرخد ولی مسافت و یا سرعت چندان بیش‌تر نمی‌شود.



▲ **چرخ و محور (اکسل)**
فرمان اتومبیل نیرو را چند برابر می‌کند چون دور فرمان مسافت بیش‌تری را نسبت به میله‌ی فرمان طی می‌کند. فرمان نیروی وارده را چند برابر کرده و چرخ‌های اتومبیل را با نیرویی بسیار بالاتر از آنچه وارد کرده‌اید می‌چرخاند. چرخ‌های اتومبیل سرعت را چند برابر می‌کنند. موتور اتومبیل میل گاردان و محور عقب را با سرعتی معین می‌چرخاند. محور چرخ‌های اتومبیل را می‌چرخاند. چرخ‌ها مسافتی طولانی‌تر از محیط محور را طی کرده و اتومبیل سرعت می‌گیرد.



پیستون‌های هیدرولیکی نیرو را به سمت بالا هدایت کرده و بار به بیرون تخلیه می‌شود

بار متشکل از مصالح ساختمانی از کفه‌ی کامیون بیرون می‌ریزد

نیز نگاه کنید به ◀◀ قرقره‌ها، پیچ‌ها، دنده‌ها ۹۰-۹۱

قرقره‌ها

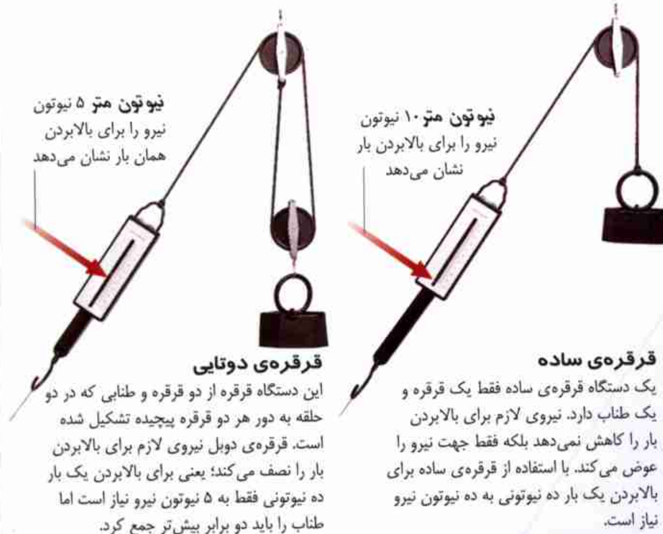
دستگاه قرقره مجموعه‌ای از طناب است که به دور یک یا چند قرقره می‌پیچد تا بالابردن بارهای سنگین را آسان کند. هر چه حلقه‌های طناب و قرقره‌های مورد استفاده بیش‌تر باشد نیروی کم‌تری برای بلندکردن بار لازم است، اما برای بالابردن بار طناب را بیش‌تر باید جمع کرد. دستگاه قرقره و طناب بالابردن اجسام با نیروی کم‌تر را میسر می‌سازد اما مقدار کار انجام شده را تغییر نمی‌دهد. جرثقیل‌ها با استفاده از قرقره و طناب‌های متعدد بارهای بسیار سنگین را بالا می‌برند.

◀ جرثقیل بزرگ

در این جرثقیل به‌جای طناب از کابل‌های قوی فولادی استفاده می شود. چندین مجموعه‌ی قرقره و کابل با یکدیگر عمل‌کرده و تلاش برای بالابردن بار سنگین را کاهش می‌دهند. وزن بار در میان کابل‌ها و قرقره‌ها تقسیم می‌شود و در نتیجه، نیروی لازم برای بالابردن کاهش می‌یابد.

انواع دستگاه قرقره

دستگاه‌های قرقره از نظرکارایی بسته به تعداد قرقره‌ها و حلقه‌های طناب متفاوت هستند. یک دستگاه ساده‌ی قرقره نیرو را فقط در یک جهت تغییر می‌دهد. دو برابرکردن تعداد حلقه‌ها و قرقره‌ها نیروی لازم را نصف می‌کند، ولی طناب باید دو برابر بیش‌تر جمع شود.



قرقره‌ی ساده

یک دستگاه قرقره‌ی ساده فقط یک قرقره و یک طناب دارد. نیروی لازم برای بالابردن بار را کاهش نمی‌دهد بلکه فقط جهت نیرو را عوض می‌کند. با استفاده از قرقره‌ی ساده برای بالابردن یک بار ده نیوتونی به ده نیوتون نیرو نیاز است.

قرقره‌ی دوتایی

این دستگاه قرقره از دو قرقره و طنابی که در دو حلقه به دور هر دو قرقره پیچیده تشکیل شده است. قرقره‌ی دوبل نیروی لازم برای بالابردن بار را نصف می‌کند؛ یعنی برای بالابردن یک بار ده نیوتونی فقط به ۵ نیوتون نیرو نیاز است اما طناب را باید دو برابر بیش‌تر جمع کرد.

کلید راهنما

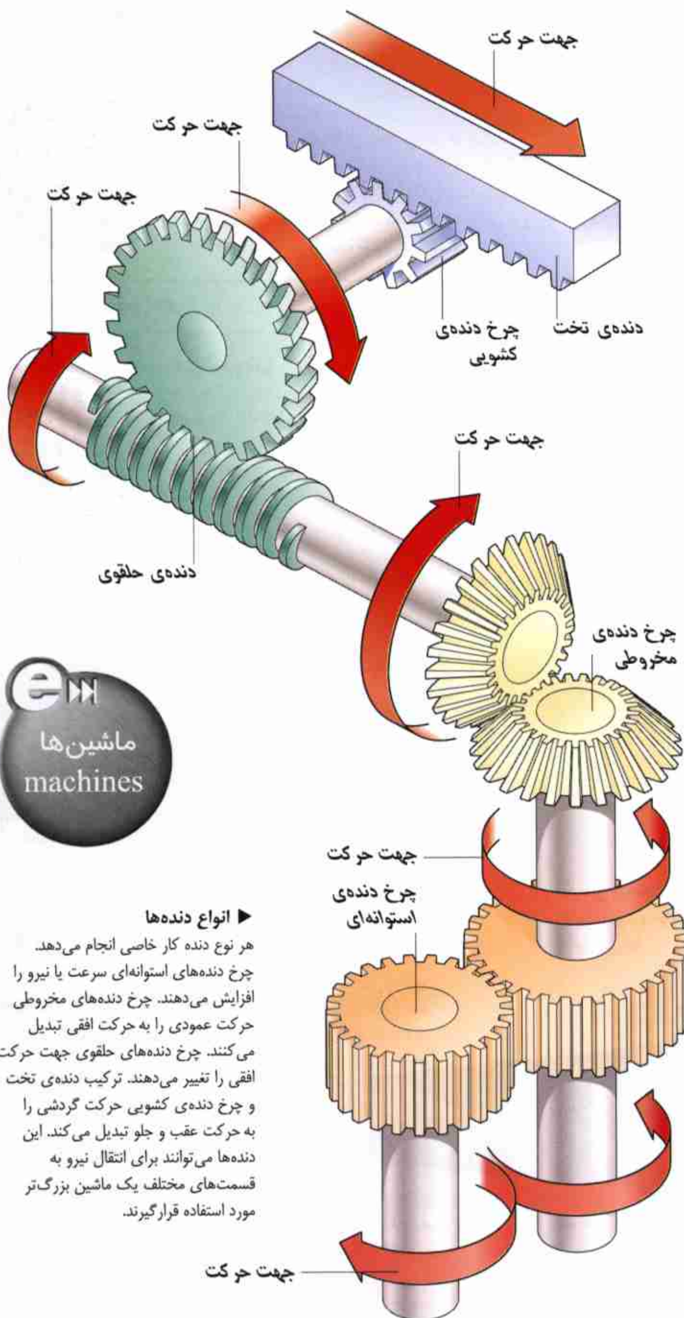
۱ شش قرقره در سیستم قرقره و طناب بالایی جرثقیل
۲ کابل بین قرقره‌ها در شش حلقه به دور آن‌ها پیچیده شده است
۳ شش قرقره در مجموعه‌ی پایینی
۴ بار سنگین به آرامی و با پیچیده شدن کابل به دور قرقره‌ها بالا برده می‌شود

پیچ‌ها

پیچ ساده‌ای که دو قطعه چوب را به‌یکدیگر متصل می‌کند نوعی‌ماشین است. شیار (رزوه) مارپیچ تلاش لازم برای فرو بردن پیچ در چوب را کاهش می‌دهد. پیچاندن پیچ مانند هل‌دادن چیزی به‌سمت بالای یک شیب مارپیچ است که نیروی کم‌تری از تلاش برای بلندکردن و حمل آن در خط مستقیم نیاز دارد. نیروی لازم را کاهش می‌دهد اما نیرو باید در مسافتی طولانی‌تر و برای مدتی طولانی‌تر وارد شود.

دنده‌ها

دنده‌ها جفت-چرخ‌هایی هستند که دندانه‌هایشان در یکدیگر درگیر شده و با هم می‌چرخند. دنده‌ها هم ماشین هستند زیرا نیروی چرخش یا سرعت را افزایش می‌دهند. اگر دنده‌ای دنده‌ی دیگری را که دندانه‌های بیش‌تری دارد بچرخاند، چرخی که دندانه‌های بیش‌تری دارد آهسته‌تر اما نسبت به چرخ دیگر با نیروی بیش‌تری می‌چرخد. اگر یک چرخ دنده، چرخ دنده‌ای با دندانه‌های کم‌تر را بچرخاند، چرخ دنده‌ای که دندانه‌ی کم‌تر دارد با نیروی کم‌تر ولی سرعت بیش‌تر می‌چرخد.





▶ انواع دنده‌ها
هر نوع دنده کار خاصی انجام می‌دهد. چرخ دنده‌های استوانه‌ای سرعت یا نیرو را افزایش می‌دهند. چرخ دنده‌های مخروطی حرکت عمودی را به حرکت افقی تبدیل می‌کنند. چرخ دنده‌های حلقوی جهت حرکت افقی را تغییر می‌دهند. ترکیب دنده‌ی تخت و چرخ دنده‌ی کشویی حرکت گردشی را به حرکت عقب و جلو تبدیل می‌کند. این دنده‌ها می‌توانند برای انتقال نیرو به قسمت‌های مختلف یک ماشین بزرگ‌تر مورد استفاده قرارگیرند.

پیچ گوشتی با نیرویی اندک ولی رو به پایین می‌چرخد

▶ فروکردن پیچ در چوب
وقتی سر پیچ را می‌چرخانید شیار بلند و مارپیچ نوک و بدنه‌ی آن پیچ را به داخل چوب می‌کشاند. با وجودی که با پیچ گوشتی سر پیچ را بارها می‌چرخانید اما پیچ فقط مسافت کمی را در چوب فرو می‌رود، اما نیروی نگهدارنده‌ای که به‌وجود می‌آید بسیار بالا است.

چرخش‌های فراوان پیچ را با نیروی بزرگ در مسافتی کوتاه به داخل چوب می‌راند

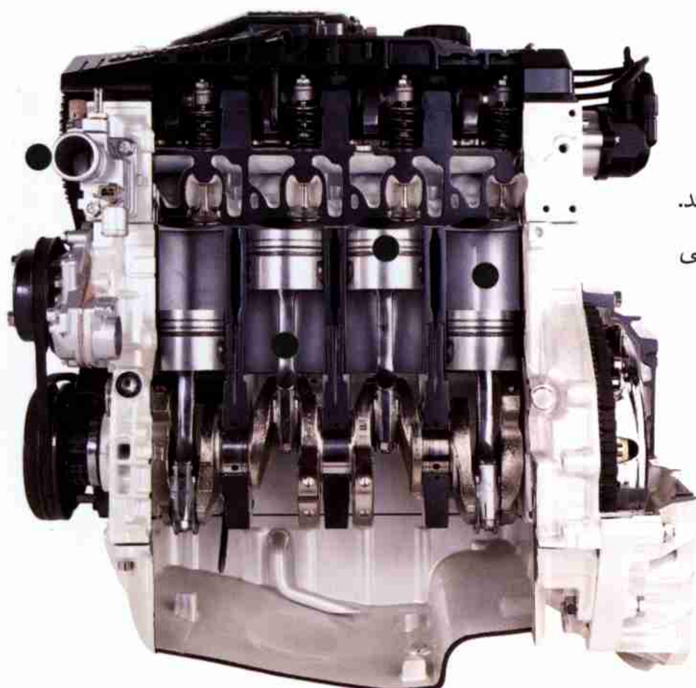


▲ جاده‌ی کوهستانی
صفحه یا جاده‌ی شیب‌دار بالا بردن اشیاء را آسان‌تر می‌کند. هرچه مسافت جابه‌جایی بین دو نقطه‌ی غیر هم سطح بیش‌تر باشد حمل بار آسان‌تر است. برای بالابردن اتومبیل از شیب تند تپه به نیروی موتور بسیار عظیمی نیاز است. اما اگر اتومبیل در یک جاده‌ی مارپیچ با شیب کم‌تر به بالا برود، مسافت بیش‌تری را برای رسیدن به مقصد طی می‌کند اما موتور نیازی ندارد که از نیروی بالایی استفاده کند. به این ترتیب، جاده همچون رزوه‌ی مارپیچ پیچی عمل می‌کند که در حال باز شدن است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ نیرو ۶۴-۶۵ • حرکت ۷۰-۷۱ • کار ۷۸-۷۹ • ماشین‌ها ۸۸-۸۹ • وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای ۹۳

موتور

بسیاری از ماشین‌های جدید، از موتورسیکلت تا هواپیمای جت، به‌وسیله‌ی موتور حرکت می‌کنند. موتور ماشینی است که سوخت را به حرکت تبدیل می‌کند. ترکیب سوخت می‌سوزد و انرژی گرمایی تولید می‌کنند. گرما به نیروی مکانیکی تبدیل می‌شود. در موتور یک اتومبیل یا موتورسیکلت، نیرو از پیستون‌ها و سیلندرها به‌دست می‌آید. در یک هواپیمای جت نیروی حرکت از گازهای داغی که از یک چرخ در حال گردش به‌نام توربین می‌گذرند تأمین می‌شوند. موتورها گازهای ناخواسته‌ی مختلفی هم ایجاد می‌کنند که موجب آلودگی می‌شود.



◀ درون موتور یک اتومبیل

موتور اتومبیل انرژی خود را از مخلوطی که در داخل محفظه‌های بسته‌ای به‌نام سیلندر می‌سوزد به‌دست می‌آورد. وقتی مخلوط می‌سوزد گازهای داغی ایجاد می‌شود که پیستون‌ها را به پایین می‌راند. با پایین رفتن پیستون‌ها، میله‌ای به‌نام میل بادامک می‌چرخد که در نهایت چرخ‌های اتومبیل را به چرخش وا می‌دارد. این موتور چهار سیلندر دارد. هر سیلندر در زمانی اندک متفاوت با سیلندر قبلی نیرو ایجاد می‌کند تا چرخش میل بادامک یکنواخت باشد.

کلید راهنما

۱ سیلندر، که سوخت در آن می‌سوزد تا انرژی تولید شود

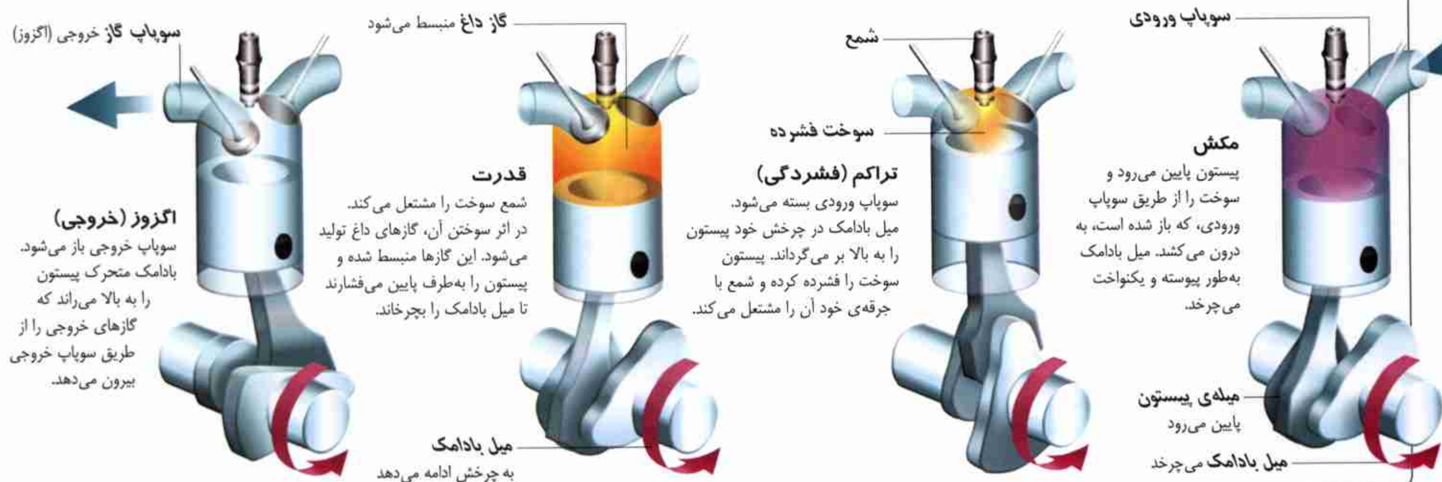
۲ پیستون سوخت را فشرده می‌کند تا شمع آن را مشتعل سازد

۳ میله‌ی پیستون بالا و پایین می‌رود تا میل بادامک زیرین را بچرخاند

۴ خروجی، که گازهای سوخت (اگزوز) را بیرون می‌دهد

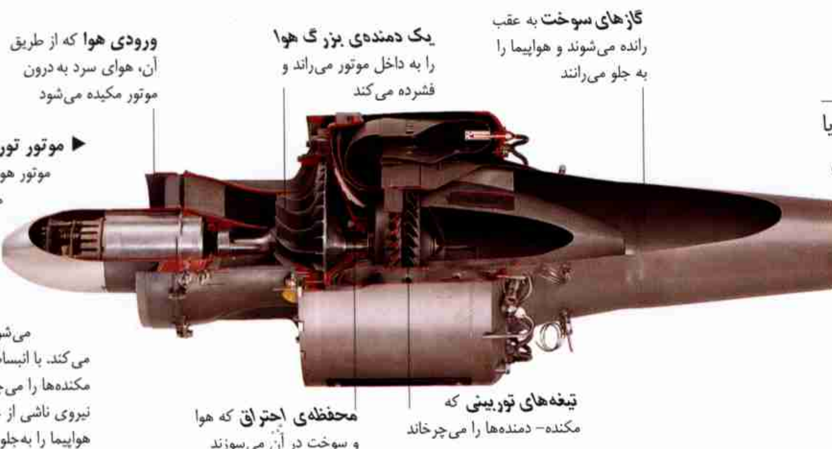


چرخه‌ی چهار ضربه‌ای



توربین‌ها

توربین‌ها ماشین‌هایی هستند که انرژی مایعات یا گازهای متحرک را می‌گیرند و به انرژی دیگری تبدیل می‌کنند. آسیاب‌های بادی و آبی اولین توربین‌هایی بودند که بشر ساخت. پروانه‌ها و پره‌های آن‌ها قدرت را از حرکت باد و آب دریافت می‌کردند. توربین‌ها امروزی نیز از اهمیت بالایی برخوردارند و در نیروگاه‌ها و موتورهای جت از آن‌ها استفاده می‌شود.



◀ موتور توربوجت

موتور هواپیمای جت یک یا چند مکنده‌ی دمنده‌ی بزرگ در جلو دارد. این مکنده‌ها هوا را با سوخت مخلوط کرده و فشرده می‌سازند. سوخت فشرده در محفظه‌ی احتراق مشتعل می‌شود، می‌سوزد و گازهای داغ تولید می‌کند. با انبساط گازهای داغ، توربینی که مکنده‌ها را می‌چرخاند به‌حرکت درمی‌آید. نیروی ناشی از عبور گازهای داغ به‌سمت عقب هواپیما را به‌جلو می‌راند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ دینامیک ۶۶-۶۷ • انرژی ۷۶-۷۷ • منابع انرژی ۸۶-۸۷ • هواپیماها ۹۷ • آلودگی ۲۵۰

وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای

وسایل نقلیه با استفاده از انواع موتورها مردم و بار را از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر می‌برند. بیش‌تر اتومبیل‌ها و موتورسیکلت‌ها موتور بنزینی دارند، اما کامیون‌ها موتورهای دیزلی بزرگ‌تر دارند. موتور دیزل نیروی بیش‌تری نسبت به موتور بنزینی تولید می‌کند. زیرا هوا و سوخت را بیش‌تر فشرده می‌کند. موتورهای بنزینی و دیزلی (گازوئیلی) آلودگی بسیار تولید می‌کنند، **اتومبیل‌های الکتریکی** (برقی) کم‌تر آلاینده‌اند



▲ **تانکر دیزلی**
کامیون‌ها موتورهای بزرگ گازوئیلی دارند که قدرت بیش‌تری نسبت به موتور بنزینی اتومبیل تولید می‌کند، ولی سوخت بیش‌تری هم مصرف می‌کند و آلودگی بیش‌تری نیز به‌جا می‌گذارد. کامیون سنگین‌تر از اتومبیل است و نسبت به اتومبیلی که با همان سرعت حرکت می‌کند با نیروی بیش‌تری پیش می‌رود. به همین دلیل است که کامیون‌ها به ترمزهای نیرومندتری نسبت به اتومبیل‌ها نیاز دارند و مسافت بیش‌تری را تا توقف کامل طی می‌کنند.



◀ **موتورهای درون‌شهری**
موتور بنزینی کوچک این موتورسیکلت که در زیر زین قرار دارد نیرو را به چرخ عقب منتقل می‌کند. مجموعه‌ی دنده‌ها سرعت موتور را در سطح صاف و قدرت موتور را در بالا رفتن از شیب‌ها افزایش می‌دهد. دسته‌ی موتور مانند اهرمی عمل می‌کند که چرخ جلو را هدایت می‌کند. سقف موتور راننده را در مقابل هوا و تصادف محافظت می‌کند.



▲ **اتومبیل خورشیدی**
نونادو، سریع‌ترین اتومبیل خورشیدی، حداکثر با سرعت ۱۶۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند. این اتومبیل از پلاستیک ساخته شده و مجهز به صفحات خورشیدی است. این صفحات انرژی نور خورشید را به الکتریسیته تبدیل کرده و در باتری‌هایی ذخیره می‌کنند تا اتومبیل بتواند در سایه نیز حرکت کند. بدنه، صفحه‌های خورشیدی، و باتری‌ها اساساً برای سفینه‌های فضایی طراحی شده بودند.

اتومبیل‌های الکتریکی

اتومبیل‌های الکتریکی به‌جای موتور و بنزین از باتری یا سلول‌های سوخت استفاده می‌کنند. باتری‌ها باید مرتب شارژ شوند و اتومبیل فقط تا زمانی کار می‌کند که باتری خالی نشده باشد. باتری‌ها را با دستگاه شارژ پر می‌کنند. اما سلول‌های سوخت به شیوه‌ی دیگری عمل می‌کنند. یک سلول سوخت، مانند یک موتور، سوخت را که معمولاً گاز هیدروژن است به‌طور پیوسته دریافت می‌کند؛ و مثل یک باتری جریان ثابتی از الکتریسیته تولید می‌کند که موتور الکتریکی را به‌حرکت وامی‌دارد.



◀ **اتومبیل‌های دوگانه‌سوز بنزینی - الکتریکی**
موتورهای بنزینی برای رانندگی در سرعت‌های بالا و ثابت در جاده‌ها مناسبند. موتورهای الکتریکی برای رانندگی همراه با توقف‌های فراوان در شهر مناسب‌تر است. آن‌ها نسبت به موتورهای بنزینی سرعت پایین‌تری دارند. اتومبیل‌های دوگانه‌سوز به دو موتور، یکی بنزینی و یکی الکتریکی، مجهزند. راننده می‌تواند بسته به شرایط ترافیک از هر یک از دو موتور که بخواهد استفاده کند.

e
وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای
vihicles

نیز نگاه کنید به ◀◀ انرژی ۷۶-۷۷ • کار ۷۸-۷۹ • موتورها ۹۲ • الکتریسیته ۱۲۶-۱۲۷ • موتورهای الکتریکی ۱۳۶

شناوری

وقتی جسمی، مثل قایق یا بالن، در یک ماده‌ی سیال (مایع یا گاز) حرکت می‌کند، باید مقداری از سیال را جابه‌جا کند تا جا برای خودش به‌وجود آید. وزن جسم آن را به‌طرف پایین می‌کشد، اما فشار ماده‌ی سیال که از همه طرف بر جسم عمل می‌کند سعی دارد آن را با نیروی کششِ رو به بالا به‌سمت بالا بکشاند. اگر نیرویِ کشش رو به‌بالا کم‌تر از وزن جسم باشد، جسم **غرق** می‌شود؛ اما اگر نیروی کششِ رو به‌بالا مساوی یا بیش‌تر از وزن باشد، جسم شناور می‌ماند.



◄ بالن در حال شناوری
هوای داغ تراکم (چگالی) کم‌تری از هوای خنک‌تر دارد؛ بنابراین هوای داغ موجود در بالن وزن کم‌تری از همان حجم هوای خنک دارد. وزن بالن آن را به‌پایین می‌کشاند اما هوای اطراف بالن با نیروی کشش رو به بالا آن را به‌بالا هل می‌دهد. اگر نیروی کشش رو به‌بالا برابر یا بزرگ‌تر از مجموع وزن بالن (سبد و محفظه‌ی هوای گرم) باشد، بالن شناور می‌ماند.

کشتی در حال شناوری ◄
وقتی قایق یا کشتی در آب شناور می‌شود مقداری از آب را در زیرخود جابه‌جا می‌کند. وزن قایق از بالا بر آب فشار می‌آورد ولی آب نیز با نیرویی رو به‌بالا به‌نام نیروی شناوری قایق را به‌بالا می‌کشاند. هر چه قایق بزرگ‌تر باشد نیروی شناوری بیش‌تر است. در صورتی که نیروی شناوری برابر یا بزرگ‌تر از وزن قایق یا کشتی باشد، قایق یا کشتی در آب شناور می‌ماند.





ارشمیدس
یونانی، ۲۸۷-۲۱۲ قبل از میلاد
ارشمیدس کشف کرد که یک جسم شناور به‌اندازه‌ی وزن مایع هم حجمش مایع را جابه‌جا می‌کند. افسانه این است که وی در حمام به این نتیجه‌گیری رسید. وقتی او وارد آب شد، مقداری آب به‌بیرون ریخت و او دریافت که وزن این آب برابر است با وزن خود او. این کشف را اصل ارشمیدس می‌نامند.

غرق شدن

همه‌ی چیزها شناور نمی‌مانند. یک قطعه چوب در آب شناور می‌ماند اما قطعه‌ای آهن درست به همان اندازه‌ی قطعه‌ی چوب در آب فرو می‌رود. دلیلش این است که یک قطعه چوب با حجمی معین وزنی کم‌تر از همان حجم آب را دارد و در نتیجه چوب در آب شناور می‌ماند. اما آهن بسیار سنگین‌تر از چوب و آب است. یک قطعه آهن خیلی بیش‌تر از همان حجم آب وزن دارد و در نتیجه، آهن در آب فرو می‌رود.

◄ خط آب (خط پلیمسول)
هر چه بار کشتی بیش‌تر باشد، بیش‌تر در آب فرو می‌رود. کشتی‌ها همچنین بسته به میزان شوری و دمای آب مقادیر مختلفی از آب را جابه‌جا می‌کنند. این جابه‌جایی بسته به اقیانوس و یا دریایی که در آن هستند فرق می‌کند. کشتی‌های بزرگ روی بدنه‌ی خود مقیاسی دارند که به آن خط آب یا خط پلیمسول می‌گویند که نشان می‌دهد آن‌ها در قسمت‌های مختلف جهان تا چه اندازه می‌توانند با امنیت خاطر بار را جابه‌جا کنند.



◄ کیسه‌ی هوا
بعضی ماهی‌ها می‌توانند با استفاده از کیسه‌ی شنا یا کیسه ی هوا، خود را در آب بالا یا پایین بیاورند. این کیسه در داخل بدن ماهی قرار دارد و وقتی با گاز پر می‌شود بدن جانور را سبک‌تر می‌کند و در نتیجه به‌سمت بالا می‌آید. وقتی میزان گاز در کیسه‌ی هوا کاهش می‌یابد، بدن ماهی سنگین‌تر می‌شود و در آب فرو می‌رود.



کیسه‌ی هوا به ماهی امکان می‌دهد در سطح آب شناور بماند یا در آب فرو برود

نیز نگاه کنید به ◄◄ نیرو ۶۴-۶۵ • دینامیک ۶۶-۶۷ • فشار ۷۴-۷۵ • پرواز ۹۶ • ماهی‌ها ۳۰۰

قایق

قایق‌ها و کشتی‌ها با وجودی که شناورند اما به‌دلیل وزنشان کمی هم در آب فرو می‌روند. بنابر این وقتی در آب حرکت می‌کنند با کمی مقاومت یا پسا رو به‌رو هستند. دماغه‌ی قایق یا کشتی به‌شکل V و دارای انحنا است که وقتی قایق سرعت می‌گیرد کمی از سطح آب بالاتر می‌آید و به کاهش پسا کمک می‌کند. قایق‌ها نیروی رانش را از بادبان، پارو و یا موتوری می‌گیرند که پروانه‌ی واقع در عقب کشتی را می‌چرخاند. این پروانه‌ها آب را به‌سمت عقب می‌رانند و این رانش رو به‌عقب قایق را به‌جلو می‌راند.

وزن کشتی در اثر نیروی جاذبه، آن را به‌پایین می‌کشاند

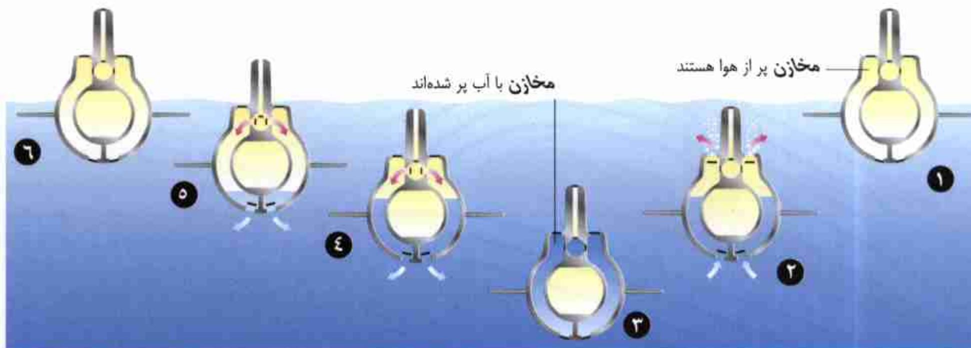




▼ **هیدروفویل**
هیدروفویل قایقی تندرو است که به‌نظر می‌رسد تقریباً خارج از آب در حال پرواز است. این قایق بال‌های کوچک زیر آبی به‌نام فویل دارد که مثل بال‌های آیروفویل هواپیما عمل می‌کنند. وقتی قایق سرعت می‌گیرد این بال‌ها نیرویی رو به بالا ایجاد می‌کنند که بدنه‌ی کشتی را بالا و از آب بیرون می‌برد. در نتیجه، نیروی پسا کاهش می‌یابد و کشتی تندتر می‌رود.

زیردریایی

زیردریایی‌ها می‌توانند روی‌آب شناور بمانند و یا به زیرآب بروند و یا حتی تا بستر دریا فرو روند. آن‌ها با استفاده از مخازنی که مثل کیسه‌ی هوای ماهی عمل می‌کنند به‌سطح آب می‌آیند و یا به زیر آب بر می‌گردند. وقتی این مخازن با آب پر می‌شوند، زیردریایی پایین می‌رود. وقتی آن‌ها را با هوا پر می‌کنند به‌سطح آب می‌آید. زیر دریایی می‌تواند با تنظیم میزان هوا و آب موجود در مخازن، عمقی را که می‌خواهد در آن باشد انتخاب کند.



زیردریایی چگونه به زیر آب می‌رود و به سطح آب برمی‌گردد

۱ مخازن با هوا پر می‌شوند و زیردریایی بر روی آب شناور می‌ماند.

۲ مخازن باز می‌شوند و آب دریا وارد می‌شود و هوا را بیرون می‌راند و زیردریایی شروع به‌پایین رفتن می‌کند.

۳ وقتی مخازن با آب پر می‌شوند زیر دریایی تا بستر دریا پایین می‌رود.

۴ هوای فشرده به‌درون مخازن رانده می‌شود و آب را بیرون می‌راند. زیر دریایی شروع به‌بالا آمدن می‌کند.

۵ وقتی مخلوط آب و هوا به‌میزان مناسب رسید، زیردریایی در زیر سطح در عمق مورد نظر شناور می‌ماند.

۶ مخازن با هوای بیرون پر می‌شوند و زیردریایی دوباره روی آب شناور می‌شود.

آب جابه‌جا شده توسط سینه‌ی کشتی در زیر سطح آب کنار زده می‌شود

نیروی شناوری کشتی را به‌سمت بالا فشار می‌دهد و آن را شناور نگه می‌دارد

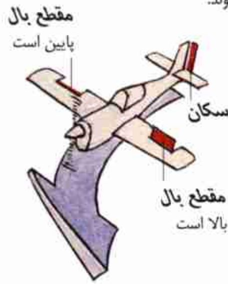
نیز نگاه کنید به ◄◄ اصطکاک ۶۸ • فشار ۷۴-۷۵ • شناوری ۹۴ • هواپیماها ۹۷

پرواز

اجسام برای این که به پرواز درآیند باید بر نیروی جاذبه غلبه کنند تا بتوانند در هوا جابه‌جا شوند. پرندگان و هواپیماها با استفاده از بال‌های آیروفویل، که نیروی رو به‌بالایی به‌نام "برآ " تولید می‌کنند، در هوا پرواز می‌کنند. وقتی پرنده‌ها بال می‌زنند نیروی برآیی به‌وجود می‌آید که بدن آن‌ها را به‌جلو می‌راند. هواپیماها این نیروی برآ را با بال‌های آیروفویل خود ایجاد می‌کنند ولی برای جلو رفتن به موتور نیاز دارد.

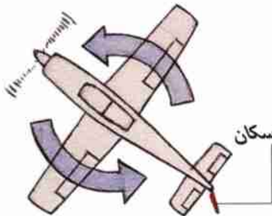
چگونگی کنترل پرواز

خلبان‌ها هواپیما را با استفاده از سکان، مقطع بال و بالابرها کنترل می‌کنند. این‌ها ورقه‌هایی متحرک هستند که روی بال‌ها و دم هواپیما کار گذاشته می‌شوند.



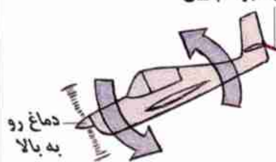
مقطع بال

خلبان می‌تواند با استفاده از مقاطع روی بال هواپیما را به پهلو براند یا به اصطلاح غلت بزند. به عنوان مثال، برای حرکت به‌سمت راست، مقطع سمت راست را بالا و سمت چپ را پایین می‌برد. این امر نیروی "برآ" بر بال چپ را افزایش و نیروی "برآ" بر بال راست را کاهش می‌دهد و هواپیما کمی به‌راست متمایل شده و به‌سمت راست می‌پیچد.



سُکان

سکان تیغه‌ای عمودی بر روی دم هواپیما است. خلبان با حرکت دادن آن به‌چپ و راست هواپیما را بدون‌کج شدن به چپ یا راست می‌چرخاند.



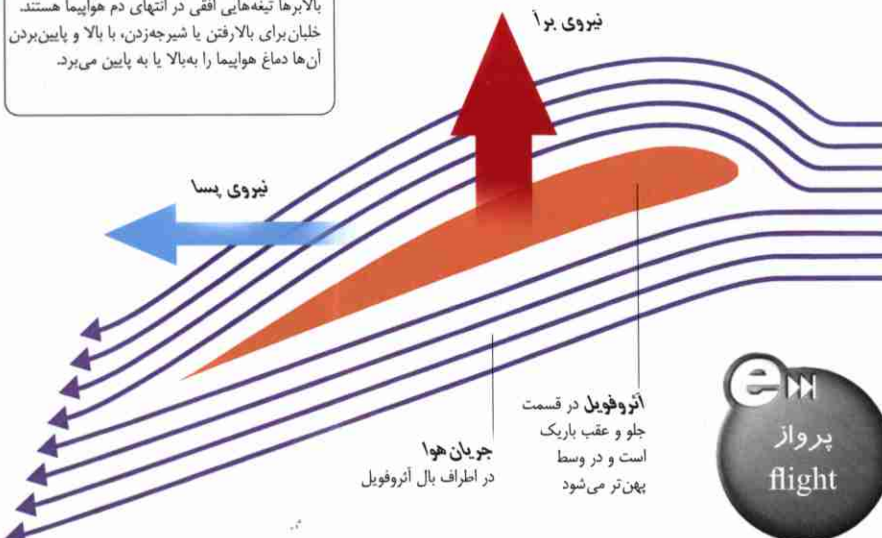
بالابرها

بالابرها تیغه‌هایی افقی در انتهای دم هواپیما هستند. خلبان برای بالارفتن یا شیرجه‌زدن، با بالا و پایین‌بردن آن‌ها دماغ هواپیما را به‌بالا یا به پایین می‌برد.



◄ نیروها در یک پرواز

در پرواز هواپیما چهار نیرو نقش دارند. موتور نیرویی به‌نام رانش ایجاد می‌کند که هواپیما را به‌جلو می‌راند. مقاومت هوا (پسا) هواپیما را در جهت مخالف می‌کشاند. وقتی هواپیما به‌جلو حرکت می‌کند بال‌های آیروفویل نیروی برآ را ایجاد می‌کنند. هواپیما برای باقی‌ماندن در هوا باید آن قدر سریع حرکت کند که نیروی برآ حداقل مساوی وزنش باشد که تحت تأثیر نیروی جاذبه است.



آئروفویل در قسمت جلو و عقب باریک است و در وسط پهن‌تر می‌شود

جریان هوا در اطراف بال آئروفویل

◄ آئروفویل

بال آئروفویل به‌دلیل شکل قوس‌دار خود نیروی برآ را به‌وجود می‌آورد. با حرکت بال رو به‌جلو، هوایی که از روی بال می‌گذرد باید سرعتی بیش‌تر از هوایی که از زیر بال می‌گذرد داشته باشد. به این ترتیب فشار هوا در بالای بال کاهش می‌یابد و نیروی رو به بالایی ایجاد می‌شود که وزن هواپیما را خنثی می‌کند. بال آئروفویل همچنین نیروی پسا را به‌وجود می‌آورد که هواپیما را به‌عقب می‌کشاند.



نیز نگاه کنید به ◄◄ نیرو ۶۴-۶۵ • اصطکاک ۶۸ • گرانش ۷۲ • فشار ۷۴-۷۵ • هواپیماها ۹۷ • پرندگان ۳۰۳

هواپیماها



هواپیما و **هلی‌کوپتر** هر دو جزو وسایل نقلیه‌ی هوایی هستند، که برای بلندشدن از زمین و حرکت در هوا از موتور و بال‌های آئروفویل استفاده می‌کنند. هواپیما یا از موتور معمولی استفاده می‌کند که پروانه دارد و یا از موتورجت. موتور جت با مصرف مقدار زیادی سوخت نیروی رانش رو به جلوی عظیمی تولید می‌کند که هواپیما را با سرعت به جلو می‌راند. هر چه هواپیما سریع‌تر حرکت کند نیروی برآیی که بال‌هایش تولید می‌کنند بیش‌تر است.

دم هواپیما و سکان حرکت چپ و راست هواپیما را کنترل می‌کنند

صفحه‌ی دم و بالابرها حرکت رو به بالا و پایین هواپیما را کنترل می‌کنند

◄ هواپیما در حال ساخته‌شدن
هواپیماهای مسافربری می‌توانند صدها مسافر و مقادیر عظیمی بار را جابه‌جا کنند؛ بنابر این وزن زیادی دارند. برای این که بال‌ها بتوانند بر نیروی جاذبه غلبه‌کرده و هواپیما را به‌هوا بلند کنند باید بسیار پهن و بزرگ باشند. بال‌های بزرگ آن‌ها همچنین مخازن سوخت را نیز در خود جای می‌دهند. سوخت مایع مستقیماً به موتورهای جت در زیر بال‌ها تغذیه می‌شود.

مقاطع بال صفحه‌هایی در قسمت عقب بال‌ها هستند که حول لولا می‌چرخند

پروانه یا ملخ به‌شکل بال آئروفویل بوده و با چرخش خود رانش رو به‌جلو ایجاد می‌کند

تیغه‌ی باریک و آئروفویل شکل ملخ هوا را می‌شکافد

بال که مخازن سوخت در آن قرار دارند

▲ ملخ چوبی
ملخ یا پروانه‌ی آئروفویلی با پیچ و تاب است که توسط یک موتور با سرعت زیاد به‌چرخش درمی‌آید و با چرخش خود باد را به‌عقب می‌راند که هواپیما را به‌جلو می‌برد. ملخ هواپیماها تندتر از ملخ کشتی‌ها می‌چرخد زیرا هواپیما نیاز دارد برای تولید نیروی برآ به‌منظور حفظ آن در هوا با سرعت زیاد رو به‌جلو حرکت کند.

موتور نیرومند جت گازهای داغ را به‌عقب می‌راند تا هواپیما به‌جلو حرکت کند

دریچه‌های خروجی برای خروج اضطراری

کابین خلبان شامل تمام سیستم‌های کنترل هواپیما است

مخروط دماغ که برای کاهش پسا به شکل گلوله ساخته می‌شود

هلی‌کوپتر

این وسیله‌ی هوایی با استفاده از پروانه یا تیغه‌ی چرخنده‌ای در بالای خود از زمین بلند می‌شود و در هوا به‌جلو، عقب یا به پهلوها حرکت می‌کند. روتور- یا تیغه‌ی چرخنده - چند تیغه به‌شکل آئروفویل دارد که با چرخش خود نیروی برآ را به‌وجود می‌آورند که وزن هلی‌کوپتر را خنثی کرده و آن را از زمین بلند می‌کند. خلبان برای حرکت رو به‌جلو، عقب و یا از پهلوها تیغه‌های روتور را در راستای مورد نظرش کمی کج می‌کند.

▼ هلی کوپتر در حال توقف در هوا
هلی کوپتر می‌تواند بدون حرکت رو به جلو در هوا متوقف بماند. در این حالت نیروی برای حاصل از چرخش روتور دقیقاً با وزن سفینه مساوی و در جهت مخالف آن است. هواپیماها قادرند با سرعتی ثابت در یک ارتفاع معین پرواز کنند اما نمی‌توانند در هوا متوقف بمانند. برای این که نیروی برآ جهت حفظ آن‌ها در هوا ایجاد شود هواپیما باید همواره رو به جلو حرکت کند.

نیروی برآ

تیغه یا پروانه

ملخ دم که مانع می‌شود هلی‌کوپتر به‌دور خود بچرخد

نیروی جاذبه

نیز نگاه کنید به ◄◄ دینامیک ۶۶-۶۷ • جاذبه ۷۲ • فشار ۷۴-۷۵ • کار ۷۸-۷۹ • موتور ۹۲

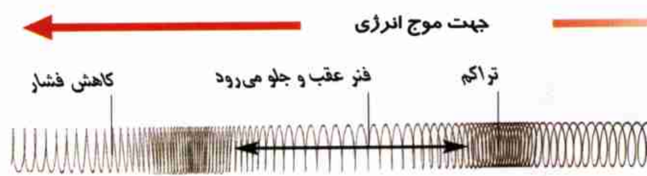
امواج انرژی

بعضی انواع انرژی به‌صورت موج حرکت می‌کنند. امواج صوت که صداها را در هوا به گوش ما می‌رسانند و **امواج لرزه‌ای** که در زمین حرکت کرده و باعث زلزله می‌شوند از آن جمله‌اند. انرژی نوری، گرمایی، رادیویی و مانند آن توسط انواع مختلف موج‌ها در **طیف الکترومغناطیس** حمل می‌شوند. بعضی امواج انرژی به واسطه‌هایی مثل آب یا هوا نیاز دارند تا بتوانند در آن حرکت کنند. واسطه برای حمل انرژی به‌صورت موج جابه‌جا می‌شود ولی همراه با موج حرکت نمی‌کند.

امواج اقیانوسی ◄
وقتی یک موج اقیانوسی به ساحل می‌خورد مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند. امواج اقیانوسی امواجی خمشی هستند که مقادیر زیادی انرژی را بر روی سطح دریا جابه‌جا می‌کنند. یک موج با ارتفاع ۳ متر آن قدر انرژی با خود دارد که بتواند ۱۰۰۰ لامپ را با هر یک متر ارتفاع خود روشن کند.



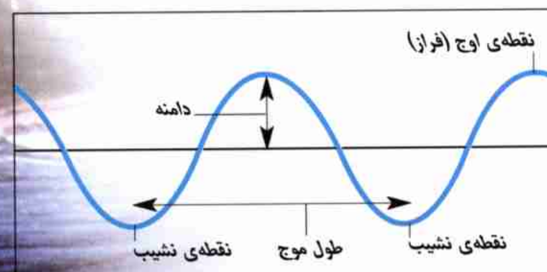
هاینریش هرتس
آلمانی، ۱۸۵۷-۱۸۹۴
هاینریش هرتس در ۱۸۸۷ اولین فیزیکدانی بود که ثابت کرد انرژی الکترومغناطیسی بین دو نقطه حرکت می‌کند. این کشف بسیار مهم منجر به اختراع رادیو و تلویزیون شد. هرتس زنده نماند تا این اختراعات را ببیند. او در ۱۸۹۴ در ۳۶ سالگی درگذشت.



▲ موج طولی
فرض کنید یک انتهای فنری را ثابت قرار داده و انتهای دیگر را عقب و جلو می‌کنید. بعضی قسمت‌های فنر، موسوم به تراکم‌ها، به‌سمت یکدیگر جمع می‌شوند و بعضی قسمت‌های دیگر از هم باز می‌شوند. نقاطی که دستخوش تراکم یا کاهش فشار شده‌اند در طول فنر انرژی را با خود حمل می‌کنند. این نوع موج را موج طولی یا موج تراکمی می‌گویند.



▲ موج خمشی
انتهای یک فنر را به دیوار ثابت کنید و انتهای دیگر آن را به بالا و پایین حرکت دهید. انرژی در طول فنر به‌صورت امواجی سینوسی حرکت می‌کند، به‌گونه‌ای که جهت رو به جلوی انرژی نسبت به حرکت بالا و پایین فنر زاویه‌ای قائمه می‌سازد. این نوع موج را موج خمشی می‌گویند.



▲ اندازه‌گیری امواج
امواج سه مؤلفه‌ی مهم دارند: دامنه، فاصله‌ی نقطه‌ی اوج یا نشیب تا خط صفر است؛ طول موج، فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی اوج یا دو نقطه‌ی نشیب است؛ و فرکانس، تعداد موج‌هایی است که در هر ثانیه تولید می‌شود. دامنه و طول موج را با واحد متر اندازه می‌گیرند و واحد اندازه‌گیری فرکانس یا بسامد "هرتس" است. یک هرتس برابر است با تعداد موج‌ها در ثانیه.

طیف الکترومغناطیس

رادیو، تلویزیون، تلفن‌های همراه و رادار از سیگنال‌هایی با ماهیت امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌کنند. این‌ها امواجی هستند که انرژی را به‌صورت الکتریسیته یا مغناطیس با سرعت نور جابه‌جا می‌کنند. نوری که قادر به دیدن آن هستیم نیز یک موج الکترومغناطیسی است، اما دیگر انواع موج الکترومغناطیسی نامرئی هستند. انواع مختلف موج الکترومغناطیسی فرکانس‌ها و طول موج‌های مختلف دارند. مجموعه‌ی آن‌ها طیف الکترومغناطیس را تشکیل می‌دهند.





▲ **امواج رادیویی**
امواج رادیویی بلندترین طول موج‌ها را در طیف دارند. آن‌ها سیگنال‌های رادیویی و تلویزیونی را به سراسر جهان می‌رسانند. تلسکوپ‌های رادیویی امواج رادیویی فضا را دریافت می‌کنند که برای مطالعه‌ی کیهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

▲ **رادار**
رادار وسیله‌ای برای تعیین موقعیت هواپیماها و کشتی‌ها است که از نوعی موج رادیویی به نام مایکروویو یا ریزموج استفاده می‌کند. این امواج طول موجی بلندتر از نور مرئی دارند. یکی دیگر از موارد استفاده‌ی آن‌ها کاربردشان در آشپزی است.

▲ **پرتوهای فروسرخ**
پرتوهای فروسرخ امواجی بلندتر از نور سرخ مرئی می‌باشند. با وجودی که آن را نمی‌بینیم ولی گرمایش را حس می‌کنیم. وقتی انرژی گرمایی در اثر تابش منتقل می‌شود توسط امواج فروسرخ حمل می‌گردد.

▲ **پرتوهای فرابنفش**
این امواج نامرئی کمی کوتاه‌تر از نور بنفش مرئی بوده و انرژی بالایی حمل می‌کنند. برای جلوگیری از آسیب به چشم‌ها و پوست بر اثر پرتوهای فرابنفش از عینک آفتابی و کلاه لبه دار استفاده می‌کنیم.

▲ **پرتوهای ایکس**
پرتوهای ایکس امواجی با انرژی بالا هستند که از گوشت می‌گذرند اما از استخوان عبور نمی‌کنند. در پزشکی از پرتوبرداری ایکس برای بررسی آسیب دیدگی استخوان‌ها استفاده می‌شود. پرتوهای ایکس در مقادیر بالا برای انسان زیانبارند.

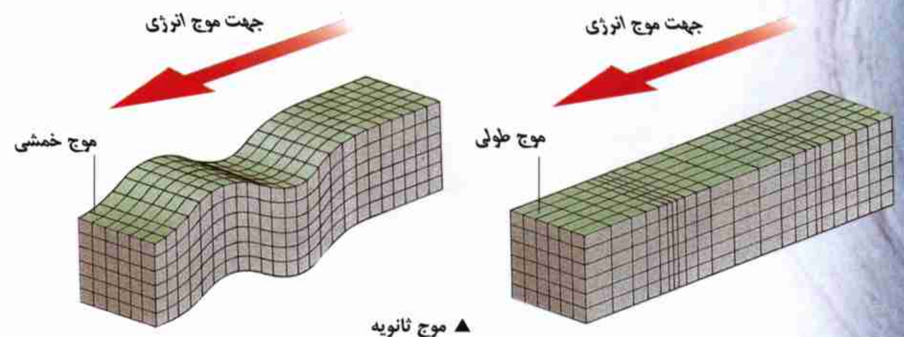
▲ **پرتوهای گاما**
این پرتوها توسط رادیواکتیویته تولید می‌شوند و طول موجی بسیار کوتاه و فرکانس بالا دارند و مقادیر زیادی انرژی با خود حمل می‌کنند. آنها بسیار زیانبارند و می‌توانند موجب سرطان در انسان و جانوران شوند.

امواج لرزه‌ای

وقتی انرژی ذخیره شده در صخره‌های اعماق زمین ناگهان آزاد می‌شود، به‌صورت امواج بزرگ زلزله‌ای به سطح زمین می‌رسد. این امواج در قسمت‌های ضعیف شده‌ی پوسته‌ی زمین، به نام گسل، حرکت می‌کند و تکان‌های شدیدی را به‌وجود می‌آورد. زلزله‌های بزرگ می‌توانند به اندازه‌ی یک بمب اتمی کوچک انرژی آزاد کنند.



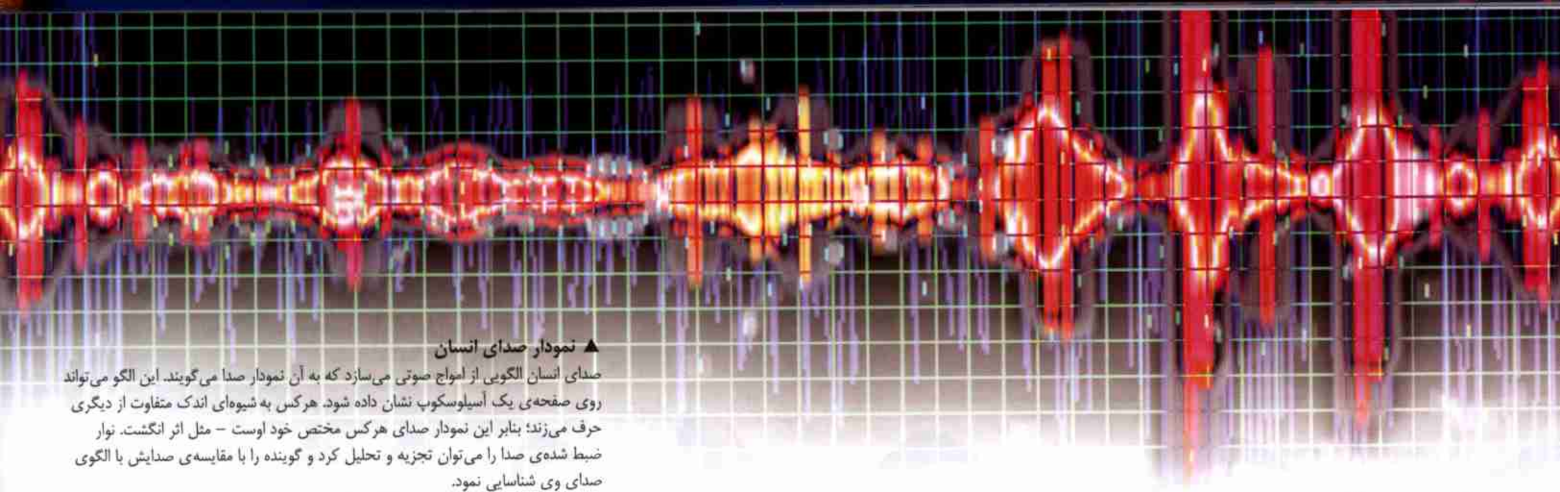
▲ **زلزله**
همه ساله بیش از ده‌هزار نفر در سراسر جهان در اثر زلزله جان می‌بازند. این زلزله در سال ۱۹۸۵ در مکزیکوسیتی رخ داد و یکی از بزرگ‌ترین زلزله‌های تاریخ بوده است. امروزه بسیاری از شهرها ساختمان‌هایی دارند که انرژی موجود در امواج لرزه‌ای را جذب می‌کنند. این ساختمان‌ها هر چند می‌لرزند اما فرو نمی‌ریزند.



▲ **موج ثانویه**
پس از امواج اولیه امواج خمشی زلزله‌ای که آن‌ها را امواج ثانویه یا امواج S می‌گویند به‌وجود می‌آید. این امواج در همان حال که به جلو می‌روند صخره‌ها و ساختمان‌ها را به بالا و پایین و یا چپ و راست می‌لرزانند که یک حرکت خمشی یا پیچشی به‌وجود می‌آید. امواج ثانویه نیز در داخل زمین جابه‌جا می‌شوند اما سرعت آن‌ها تقریباً نصف سرعت امواج اولیه است.

▲ **موج اولیه**
بعضی امواج لرزه‌ای طولی یا تراکمی هستند که آن‌ها را موج اولیه یا موج P می‌گویند. این امواج با عقب و جلو بردن ساختمان‌ها در جهتی که موج حرکت می‌کند خسارت به بار می‌آورند. امواج اولیه با سرعتی حدود ۲۵ هزار کیلومتر در ساعت در داخل زمین حرکت می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ گرما ۸۰-۸۱ • رادیواکتیویته ۸۴ • صوت ۱۰۰-۱۰۱ • نور ۱۱۰-۱۱۱ • رادیو ۱۴۳ • زلزله ۲۱۰-۲۱۱



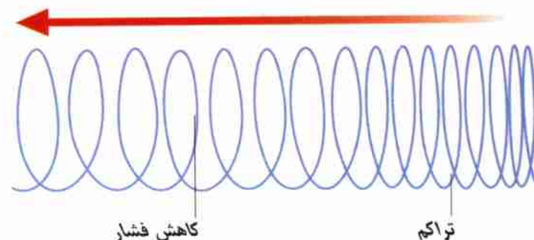
▲ **نمودار صدای انسان**
صدای انسان الگویی از امواج صوتی می‌سازد که به آن نمودار صدا می‌گویند. این الگو می‌تواند روی صفحه‌ی یک آسیلوسکوپ نشان داده شود. هرکس به شیوه‌ای اندک متفاوت از دیگری حرف می‌زند؛ بنابر این نمودار صدای هرکس مختص خود اوست – مثل اثر انگشت. نوار ضبط شده‌ی صدا را می‌توان تجزیه و تحلیل کرد و گوینده را با مقایسه‌ی صدایش با الگوی صدای وی شناسایی نمود.

صوت

تصورش را کرده‌اید که جهان بدون صدا چگونه می‌بود؟ سکوت کامل شاید آرامش به‌نظر رسد اما در آن صورت حرف و کلام، موسیقی و یا آواز پرنده هم وجود نداشت. صوت نوعی انرژی است که وقتی اشیاء ارتعاش می‌یابند به‌وجود می‌آید. انرژی به‌صورت امواج صوتی با **سرعت بالا** در هوا، آب و یا مواد دیگر حرکت می‌کند. وقتی امواج صوتی به ما می‌رسند باعث می‌شوند پرده‌ی گوش ما به ارتعاش درآید. مغز ما این ارتعاشات را به شکل صداهایی که تولید شده تشخیص می‌دهد.



▲ **صحبت کردن در فضا**
فضانوردان نمی‌توانند در فضا مانند زمین صحبت کنند و هر چه فریاد هم بکشند صدایشان به‌یکدیگر نمی‌رسد چون در فضا هوایی وجود ندارد و در نتیجه امواج صوتی نمی‌توانند منتقل شوند. در این فضای کاملاً ساکت، فضانوردان مجبورند برای صحبت با یکدیگر از رادیو و میکروفون‌های نصب شده در کلاه‌های فضایی خود استفاده کنند.



▶ **موج صوتی**
انرژی صوتی به‌صورت موج در هوا حرکت می‌کند. وقتی ساعت شماطه‌دار زنگ می‌زند ملکول‌های هوای اطراف آن به ارتعاش در می‌آید. ملکول‌های هوا می‌لرزند و ملکول‌های کناری خود را به ارتعاش وا می‌دارند و یک موج انرژی به‌وجود می‌آید که از ساعت به اطراف حرکت می‌کند. موج صوت در یک الگوی تراکم‌ها (جاهایی‌که ملکول‌های هوا به یکدیگر فشرده شده‌اند) و افت فشارها (جاهایی که ملکول‌های هوا از هم دور شده‌اند) حرکت می‌کند.

▼ **موج ساز**
وقتی زنگ ساعت به‌صدا در می‌آید ارتعاشات از زنگ در داخل ساعت امواج صوتی را به‌وجود می‌آورند که از طریق هوا منتقل می‌شوند و به گوش ما می‌رسند. اگر هوا وجود نداشت چیزی هم برای انتقال امواج صوتی وجود نداشت و ما نمی‌توانستیم صدای ساعت را بشنویم. صوت برای انتقال همواره به نوعی واسطه مثل هوا، آب، چوب یا فلز، نیاز دارد.

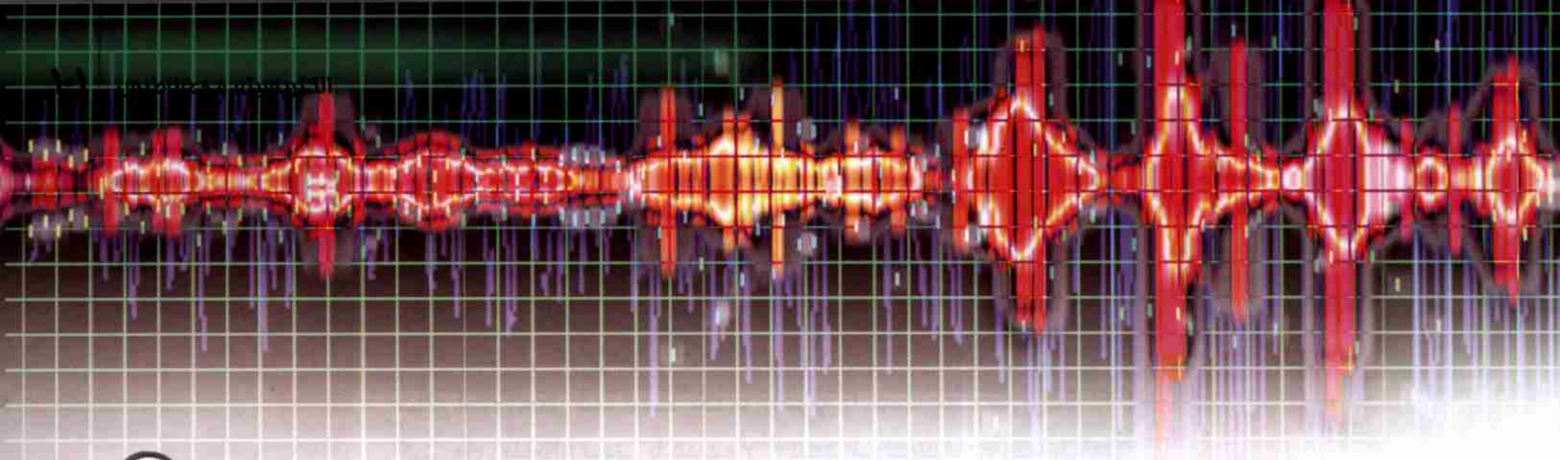




زنگ ساعت امواجی را به‌وجود می‌آورد که در تمام جهات به حرکت درمی‌آید

گوش بیرونی بزرگ صداهای دوردست را به‌سمت پرده‌ی گوش هدایت می‌کند

◀ **گوش‌های حساس**
جانورانی چون خرگوش دارای گوش بیرونی بزرگ هستند که به آن‌ها کمک می‌کند امواج صوتی را به‌خوبی دریافت کند گوش این جانور می‌تواند به سمت منبع صدا بچرخد.
امواج صوتی در داخل سر و در قسمت دیگری از گوش به سیگنال‌هایی تبدیل می‌شوند که مغز قادر به درک آن باشد. بدون گوش نمی‌توانستیم از صداها لذت ببریم.





سرعت صوت

صوت در بعضی مواد سریع‌تر از بعضی دیگر حرکت می‌کند. سرعت صوت در هوا در دمای صفر درجه سانتیگراد تقریباً ۱۱۹۰ کیلومتر در ساعت است (۳۳۰ متر در ثانیه) است. صوت در هوای گرم‌تر سرعت بیش‌تری دارد و در هوای سردتر سرعت آن کم‌تر است. امواج صوتی در آب تقریباً چهار برابر سریع‌تر از هوا حرکت می‌کنند. مواد سنگین و متراکم که ملکول‌هایشان به‌یکدیگر نزدیک هستند صوت را سریع‌تر از مواد سبک‌تر عبور می‌دهند.

وقتی هواپیما کندتر از سرعت صوت حرکت کند، **امواج صوتی** پیشاپیش هواپیما حرکت می‌کنند



وقتی هواپیما به امواج صوتی خود می‌رسد صدای بلندی همچون صدای انفجار رخ می‌دهد



سرعت مافوق صوت هواپیما را قادر می‌سازد پیشاپیش امواج صوتی خود حرکت کند



▲ کندتر از صدا
موتور هواپیما امواجی صوتی در جهت‌های مختلف ارسال می‌کند. وقتی هواپیما با سرعتی پایین‌تر از سرعت صوت پرواز می‌کند، امواج صوتی پیشاپیش آن قرار می‌گیرند. اگر به هواپیمایی که با چنین سرعتی پرواز می‌کند، نگاه کنید به نظرتان می‌رسد که صدا از خود هواپیما خارج می‌شود.

▲ در سرعت صوت
وقتی هواپیما به‌سرعت صوت می‌رسد (که گاه به آن دیوار صوتی می‌گویند) با امواج صوتی خود برخورد می‌کند. این امواج در نوک هواپیما به یکدیگر فشرده می‌شوند و صدای انفجاری بلندی به‌وجود می‌آید که به آن شکستن دیوار صوتی می‌گویند. این صدا از زمین به‌صورت صدایی رعد مانند شنیده می‌شود که به‌نظر می‌رسد کنار گوش شنونده به‌وجود آمده است.

▲ سریع‌تر از صوت
حرکت با سرعتی فراتر از سرعت صوت هواپیما را پیشاپیش امواج صوتی خود قرار می‌دهد. اگر به هواپیمایی که با سرعت مافوق صوت حرکت می‌کند نگاه کنید به نظرتان می‌رسد که صدا از منبعی واقع در پشت سر هواپیما صادر می‌شود. امواج صوتی زمانی به شما می‌رسند که هواپیما از محل صدور آن‌ها گذشته است.



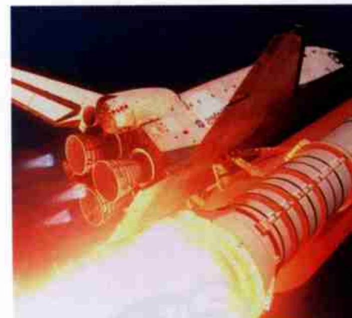
صدای نهنگ ها ◀
نهنگ‌ها با ایجاد صداهایی خاص با فرکانس پایین با یکدیگر گفتگو می‌کنند. امواج صوتی می‌توانند در فاصله‌های زیاد در آب حرکت کنند و صداهایی که نهنگ‌ها نیز می‌سازند می‌تواند صدها و حتی هزاران کیلومتر در اقیانوس‌ها منتقل شود. اما دلفین‌ها با ایجاد صداهایی با فرکانس‌های بالاتر فقط قادرند در فاصله‌های کوتاه با هم صحبت کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ امواج انرژی ۹۸-۹۹ ● بلندی صدا ۱۰۲ ● تن صدا ۱۰۳ ● ضبط و بازسازی صدا ۱۰۸-۱۰۹ ● شنوایی ۳۴۷

بلندی صدا

بعضی صداها چنان بلند هستند که گوش ما از شنیدن آن‌ها آزرده می‌شود و بعضی دیگر آن قدر کوتاه هستند که ممکن است به‌سختی شنیده شوند. چیزهایی که ارتعاشات بالا دارند، مثل موتور اتومبیل، می‌توانند صداهای بلند ایجاد کنند؛ زیرا امواج صوتی آن‌ها انرژی بیش‌تری را با خود حمل می‌کنند. میزان انرژی حمل شده توسط یک موج صوتی را شدت صوت می‌گویند. گوش‌های ما امواج صوتی با شدت بالا را بلندتر می‌شنوند. بلندی‌صدا با واحد دسیبل (dB) اندازه‌گیری می‌شود.

مقیاس دسیبل



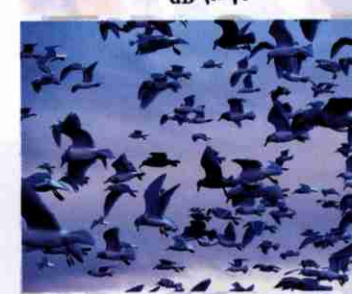
پرش از سکوی شاتل
dB ۱۹۰-۱۵۰



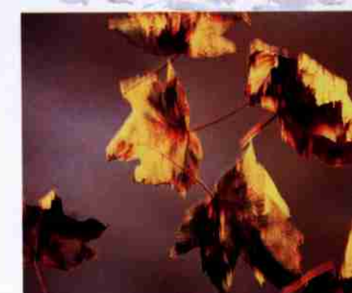
اره‌ی گرد
dB ۱۰۰



ترافیک
dB ۹۰-۷۰



آواز پرندگان
dB ۵۰-۳۰



سقوط برگ
dB ۱۰

موسیقی راک ◀
صدای بلند و تقویت شده‌ی موسیقی راک می‌تواند برای گوش‌های ما آزار دهنده باشد. این صدا می‌تواند تا شدت ۱۲۰-۱۴۰ دسیبل هم برسد که به اندازه‌ای بلند است که می‌تواند باعث آسیب موقت یا دائمی به شنوایی ما باشد. صدایی با شدت شنوایی ۱۴۰ دسیبل حدود ۱۰۰ هزار میلیون برابر بلندتر از صدای سقوط برگ‌ها است. صدا در حدود ۱۲۰-۱۴۰ دسیبل شروع به دردناک شدن برای گوش‌ها می‌کند.



دامنه‌ی بلند
موجب بلندی صدا می‌شود

دامنه‌ی کوتاه
کم بودن صدا را باعث می‌شود

▲ دامنه
وقتی چیزی ارتعاش می‌کند و صدایی تولید می‌نماید، امواج صوتی حاصل از آن در طول حرکت بالا و پایین می‌روند. صداهای بلند توسط امواجی حمل می‌شوند که دامنه‌ی بلندتری دارند و هر چه دامنه‌ی موج صدا بلندتر باشد گوش‌های ما آن را بلندتر می‌شنود.



◀ گوشی فیلترکننده‌ی صدا
خلبان‌ها برای کاهش هوهوی موتور هواپیما از گوشی‌های مخصوصی استفاده می‌کنند. هر گوشی میکروفونی دارد که صداها را چندین بار در هر ثانیه بررسی می‌کند و صداهای ناخواسته را جدا می‌سازد. مدار الکترونیکی درون گوشی امواجی دقیقاً مخالف آن صداها تولید می‌کند. وقتی این دو موج با یکدیگر برخورد می‌کنند همدیگر را خنثی نموده و خلبان را از شنیدن آن خلاص می‌کنند.



◀ مقیاس دسیبل
بلندی صدا را با مقیاس دسیبل اندازه می‌گیرند. پایین‌ترین صدایی که گوش‌های ما قادر به دریافت آن هستند صفر دسیبل است، اما حتی صدای ملایم سقوط برگ نیز ده بار بلندتر از این صدا است. ترافیک یک جاده‌ی شلوغ صدایی حدود ۷۰-۹۰ دسیبل ایجاد می‌کند، که حدود یک میلیون برابر شدیدتر از صدای سقوط برگ‌ها است. صدای ناشی از پرتاب موشک که تا ۱۹۰ دسیبل می‌رسد به اندازه‌ای بلند است که می‌تواند آسیبی دائمی به‌شنوایی انسان برساند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ امواج انرژی ۹۸-۹۹ • صوت ۱۰۰-۱۰۱ • اصوات موسیقیایی ۱۰۴-۱۰۵

تن صدا

صوت می‌تواند تن کوتاه (بم)، مثل صدای هوهوی یک کامیون بزرگ، و یا تن بلند (زیر)، مثل صدای سوت، باشد. تن صدا یا پرده‌ی صدا بستگی به فرکانس (بسامد) امواج آن دارد. کلیدهای پیانو نت‌هایی را به‌وجود می‌آورند که تن آن‌ها از چپ به راست افزایش می‌یابد. گوش انسان تفاوت تن صداها را تشخیص می‌دهد ولی صداهایی وجود دارند که گوش‌های ما قادر به شنیدن آن‌ها نیستند. ما نمی‌توانیم صداهایی با تن بسیار کوتاه را که مادون صوت یا فروصوت نامیده می‌شوند و یا صداهایی با تن بسیار بالا را که **فراصوت** گفته می‌شوند بشنویم.

قدرت شنوایی ◄
خفاش‌ها می‌توانند فرکانس‌های تا ۱۲۰۰۰۰ هرتز را بشنوند. جانوران دیگر صداهایی با این تن بالا را نمی‌شنوند. موش‌ها تا ۱۰۰۰۰۰ هرتز، سگ‌ها تا ۳۵۰۰۰ هرتز و گربه‌ها تا ۲۵۰۰۰ هرتز را می‌شنوند. گوش انسان قادر است صداهایی تا حدود ۱۷۰۰۰ هرتز را شناسایی کند. اما کودکان معمولا فرکانس‌های بالاتری را نسبت به بزرگسالان می‌شنوند.

موج فرکانس بالا صدایی با تن (پرده) بالا تولید می‌کند



موج فرکانس پایین صدایی با تن کوتاه تولید می‌کند



▲ فرکانس (بسامد)
فرکانس و گام دو چیز متفاوت هستند. اجسامی که ارتعاش کند دارند صدای فرکانس پایین تولید می کنند که ما به صورت تن کوتاه (بم) می شنویم. چیزهایی که ارتعاش سریع تر دارند صدایی با فرکانس بالاتر تولید می کنند که گوش های ما به صورت تن بلند (زیر) می شنوند.



امواج صوتی در پشت اتومبیل بلندتر و صدا کوتاه‌تر می‌شود

وقتی اتومبیل از ما می‌گذرد صدا عمیق‌تر می‌شود

در جلوی اتومبیل امواج صوتی کوتاه‌ترند و صدا بلندتر شنیده می‌شود

اثر داپلر ◄
وقتی یک اتومبیل مسابقه به‌سمت شما می‌آید امواج صوتی موتور آن در هم ادغام می‌شوند که باعث می‌شود امواج کمی سریع‌تر حرکت کنند. وقتی اتومبیل از شما می‌گذرد، امواج صوتی پخش می‌شوند و تن صدا کوتاه‌تر می‌شود. این تغییر تن صدا را اثر دوپلر می‌گویند.

فراصوت

امواج صوتی با فرکانس ۲۰۰۰۰ هرتز یا بالاتر را فراصوت می‌گویند. گوش انسان قادر به شنیدن صداهای فراصوت نیست اما جانورانی مانند خفاش‌ها، سگ‌ها و نهنگ‌ها به‌آسانی چنین صداهایی را تشخیص می‌دهند.
امواج فراصوت که توسط چیزهایی با ارتعاش بسیار بالا تولید می‌شوند موارد استفاده‌ی فراوانی دارند – از مسواک‌هایی که با کمک صوت دندان‌هایتان را تمیز می‌کنند تا راه‌یابی در زیردریایی.



اسکن با فراصوت ◄
امواج فراصوت یا سونوگرافی به پزشکان امکان می‌دهند سلامتی کودک را در شکم مادر بررسی کنند. امواج صوتی فرکانس بالا به‌درون شکم مادر ارسال می‌شوند و برخی از آن‌ها پس از برخورد به نوزاد به گیرنده باز می‌گردند. پزشکان باکمک رایانه امواج بازتابی را در قالب تصویری از کودک روی صفحه‌ی نمایش بازسازی می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ امواج انرژی ۹۸-۹۹ ● اصوات موسیقیایی ۱۰۴-۱۰۵ ● حواس ۳۱۶-۳۱۷ ● شنوایی ۳۴۷

اصوات موسیقیایی

موسیقی یکی از افتخارات صوت است. وقتی یک موسیقیدان نتی با یک پرده یا تن مشخص را اجرا می‌کند، وسیله‌ی موسیقی به ارتعاش در می‌آید که به اصطلاح آن را رزنانس یا **طنین** می‌گویند و الگوی پیچیده‌ای از امواج صوتی به‌وجود می‌آید که از بسیاری از فرکانس‌های مختلف تشکیل‌شده است. بارزترین موج صوتی را موج اصلی می‌گویند. اما موج‌های دیگری با فرکانس‌های بالاتر نیز وجود دارند که آن‌ها را هارمونیک‌ها می‌گویند. نت‌های یک فلوت خالص‌تر از نت‌های یک ساکسافون به‌نظر می‌آیند زیرا هارمونیک‌های کم‌تری را همراه دارند. وسایل موسیقی اغلب صداهای آرامی می‌سازند اما برخی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که صدا را **تقویت** می‌کنند تا آن‌ها را بهتر بشنویم.



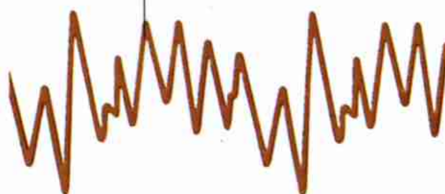


دیاپازون ◄
ضربه زدن به دوشاخه‌ی فلزی دیاپازون، شاخه‌ها را با فرکانسی دقیق به ارتعاش وا می‌دارد. این ارتعاشات هوای اطراف را به ارتعاش وا می‌دارد و امواجی صوتی در قالب یک نت خالص به‌وجود می‌آید. اگر قاعده‌ی دیاپازون مرتعش را روی میز قرار دهیم، میز نیز به ارتعاش درمی‌آید و با تقویت نت، امواج صوتی بلندتری ایجاد می‌شود.



ساز بادی ◄
هنگام نواختن هر نوع ساز بادی، از قبیل نی و فلوت، هوای درون لوله با الگویی پیچیده به ارتعاش درمی‌آید. امواج صوتی از لوله خارج می‌شوند و ما آن‌ها را به‌صورت نت‌های موسیقیایی می‌شنویم. یک فلوت با طول زیاد می‌تواند یک موج صوتی طولانی و یک نت تن پایین ایجاد کند. هرچه طول آن کوتاه‌تر باشد امواج صوتی کوتاه‌تر و نت‌های بالاتر تولید می‌شود. نوازنده با گذاشتن انگشت روی کلیدها طول لوله را تغییر می‌دهد و نت‌هایی با تن‌های مختلف ایجاد می‌کند.

هر چه سوراخ‌های بیشتری بسته شود طول لوله بلندتر و صدا عمیق‌تر می‌شود

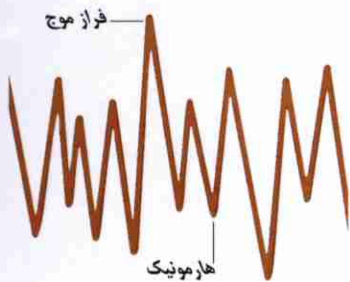


▲ ساز زهی
وقتی سیم‌های ویلون به ارتعاش در می‌آیند اصوات موسیقیایی تولید می‌شود. اگر سیم ویلون را بکشید و رها کنید و به دقت به آن نگاه کنید می‌بینید که به‌سرعت در حال ارتعاش است. ارتعاشات در سیم‌ها شروع می‌شوند اما به‌سرعت محفظه چوبی آن را نیز به ارتعاش وا می‌دارند. محفظه‌ی مرتعش صدا را چند برابر تقویت می‌کند.

جعبه‌ی توخالی ویلون صداهای تولیده شده توسط سیم‌ها را تقویت می‌کند



▲ گام موسیقی
موسیقی ترکیب صداهایی با تن یا پرده‌های مختلف است. وقتی اصوات موسیقیایی از پرده‌ی پایین تا پرده‌ی بالا مرتب شده باشد تشکیل یک مجموعه نت می‌دهد که می‌توان آن را روی خط حامل نوشت. هر نت دارای پرده‌ی متفاوتی است. با انتخاب نت‌های متفاوت و یا تغییر شیوه‌ی افزایش پرده از یک نت تا نت بعدی، می‌توان مجموعه‌های نت متفاوتی ایجاد کرد.



◄ سنج
وقتی دو سنج را به‌هم می‌کوبید، صفحات فلزی به ارتعاش درمی‌آیند و هوای اطراف را به‌حرکت وامی‌دارند. سنج‌ها به شیوه‌ی پیچیده‌تری از دیاپازون مرتعش می‌شوند و صدایی که تولید می‌کنند بیشتر شبیه سر و صدا است تا نت موسیقی. مخلوطی از هارمونیک‌هایی با فرکانس‌های مختلف تولید می‌شود و شکل موج صوتی حاصل پیچیده‌تر و ناهمگون‌تر از موج صوتی دیاپازون است.

طنین

طنین یا رزنانس صدایی است که توسط یک شیء مرتعش ایجاد می‌شود. اگر با چنگال به لبه‌ی یک لیوان بلند ضربه بزنید یک نت موسیقیایی کوتاه ایجاد می‌شود. ولی اگر به یک لیوان کوتاه‌تر و کوچک‌تر ضربه بزنید نتی با پرده‌ی بلندتر تولید می‌شود. اشیاء می‌توانند با هر فرکانسی مرتعش شوند ولی فقط در یک فرکانس خاص نیرومندترین ارتعاش را دارند. این فرکانس را فرکانس رزنانس می‌گویند.



شکستن لیوان ◄
خواننده‌های اپرا می‌توانند با خواندن نتی که دقیقاً مشابه فرکانس رزنانس لیوان باشد آن را بشکنند. وقتی نت خوانده می‌شود، لیوان به ارتعاش در می‌آید و همان نت را می‌سازد. اگر خواننده بتواند خواندن نت را برای چند ثانیه ادامه دهد، ارتعاشات لیوان به‌شدت نیرومند می‌شود و لیوان را به لرزه می‌اندازد تا این که می‌شکند.

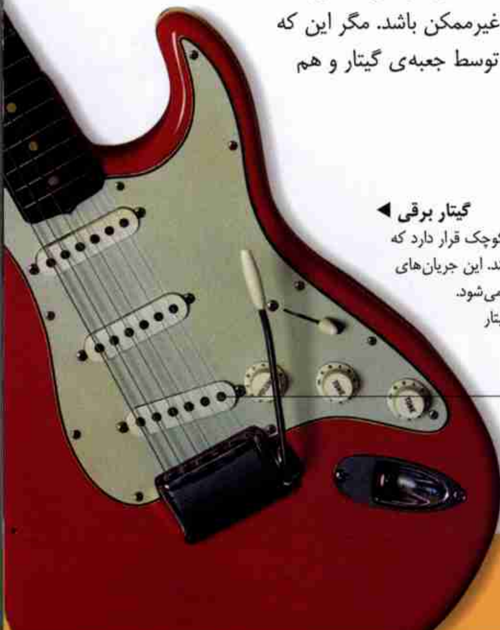


تقویت

بیشتر آلات موسیقی قسمتی دارند که مرتعش می‌شود و صدا به وجود می‌آورد، و قسمتی دیگر که صدا را بلندتر یعنی تقویت می‌کند. قسمت‌های مرتعش ممکن است صداهایی بسازند که شنیدنشان حتی از نزدیک غیرممکن باشد. مگر این که تقویت شده باشد. ارتعاشات سیم‌های گیتار هم توسط جعبه‌ی گیتار و هم با استفاده از الکتریسیته تقویت می‌شوند.



◄ گیتار آکوستیک
گیتار آکوستیک جعبه‌ی چوبی بزرگ دارد که صدای سیم‌ها را تقویت می‌کند. وقتی سیم‌ها به ارتعاش در می‌آیند، جعبه نیز مرتعش می‌شود و با ارتعاش آن، هوای درونش نیز به ارتعاش درمی‌آید و صدا را تقویت می‌کند.



گیتار برقی ◄
زیر سیم‌های فولادی گیتار برقی سه مجموعه آهنرباهای بسیار کوچک قرار دارد که همراه با جنبش سیم‌ها جریان کوچکی از الکتریسیته تولید می‌کنند. این جریان‌های الکتریسیته به قطعه‌ی دیگری به‌نام آمپلی فایر الکترونیک تغذیه می‌شود. این دستگاه جریان را چندین برابر کرده و به کمک آن، صدای گیتار را از طریق بلندگو خارج می‌کند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ بلندی صدا ۱۰۲ • تن صدا ۱۰۳ • ضبط و بازسازی صوت ۱۰۸-۱۰۹

آکوستیک

علم چگونگی رفتار صوت، به‌خصوص در دنیای هر روزه‌ی ما، آکوستیک نامیده می‌شود. امواج صوتی در حالت عادی در خط مستقیم و به‌طرف بیرون از منبع خود حرکت می‌کند؛ ولی همیشه اینچنین نیست. اگر جسمی در مسیر موج صوتی قرار گیرد در حرکت آن اثر می‌گذارد. وقتی یک موج صوتی به جسمی سخت برخورد می‌کند، صدا به‌صورت **پژواک** به‌سمت منبع خود بر می‌گردد. اگر اجسام نرم بر سر راه صوت قرار گیرند، ممکن است آن را **جذب** و مانع از ادامه‌ی حرکت آن شوند. دانشمندان برای بررسی جاهایی که قادر به دیدن آن‌ها نیستند، مثل اعماق اقیانوس‌ها و درون زمین، از بازتاب و جذب صوت استفاده می‌کند.



▲ آمفی تئاتر کاسه‌ای‌شکل هالیوود
آمفی‌تئاتر هالیوود یک آمفی تئاتر معروف و روباز در کالیفرنیا، ایالات متحده، است. آمفی تئاتر مکانی کاسه‌ای شکل است که صداها را منعکس کرده و به‌طور یکنواخت در تمام محیط پخش می‌کند. این آمفی تئاتر در دهه‌ی ۱۹۲۰ در دامنه‌ی یک کوه در بولتوم کانیون حفر شد و ظرفیت ۲۰ هزار تماشاچی را دارد.



▲ تالار موسیقی
در یک تالار موسیقی صدا باید صرف نظر از جای شنونده، صاف و روشن به او برسد. چه سالن خالی و چه پرباشد صدا باید همواره یکسان شنیده شود. سازه‌های منحنی شکل و قوس‌دار تالارهای مدرن موسیقی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که صدا به‌طور یکنواخت برای تمام صندلی‌ها توزیع می‌شود.

پژواک

اگر رو به یک دیوار دور فریاد بزنید می‌توانید بازگشت صدای خود را به‌صورت یک موج صوتی منعکس‌شده یا پژواک بشنوید. وقتی موج صدای منعکس‌شده ناچار باشد مسافتی را طی کند، بازگشت آن به‌سمت شما زمان می‌برد و شما آن را جدا از صدای اولیه‌ی خود می‌شنوید. امواج صوتی که از اجسام نزدیک‌تر باز می‌گردند تقریباً بلافاصله شنیده می‌شوند و مغز ما این امواج را با صدای اولیه ادغام می‌کند و ما پژواکی را نمی‌شنویم.



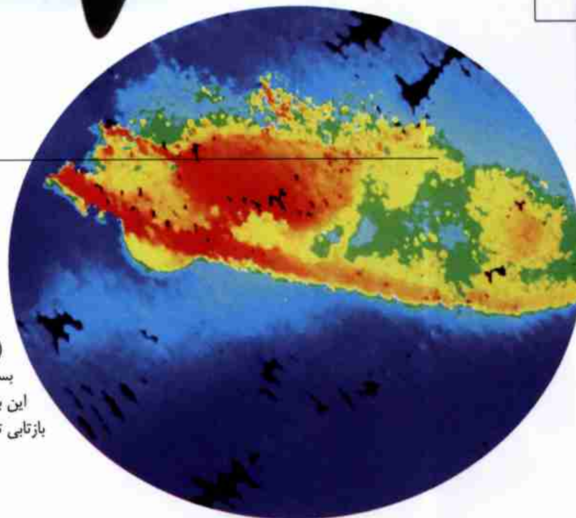
سر دلفین پژواک‌ها را تقویت می‌کند

▲ مکان سنجی از طریق پژواک
دلفین‌ها نیز مانند بسیاری از موجودات دریا از صوت برای پیداکردن مسیر خود و تعیین جای همجنسانشان و کشف منابع غذایی استفاده می‌کنند. صدای آن‌ها پس از برخورد با بستر دریا و اجسام اطرافشان منعکس می شود و آن‌ها با سر استخوانی و دراز خود پژواک‌ها را دریافت می‌کنند. این نوع استفاده از پژواک برای پیداکردن اجسام را مکان سنجی پژواکی می‌گویند.



امواج فراصوت به‌سمت بستر دریا ارسال می‌شوند و پژواک آن‌ها به کشتی باز می‌گردد

▲ اکتشاف به کمک سونار
عمق اقیانوس را می‌توان با استفاده از سونار (راهیابی و مسیرسنجی به‌کمک صوت) اندازه‌گیری کرد. بلندگویی در زیر کشتی یک باریکه‌ی فراصوت با فرکانس بالا ارسال می‌کند. پژواک امواج صوتی توسط میکروفون‌های زیرآبی دریافت می‌شود.

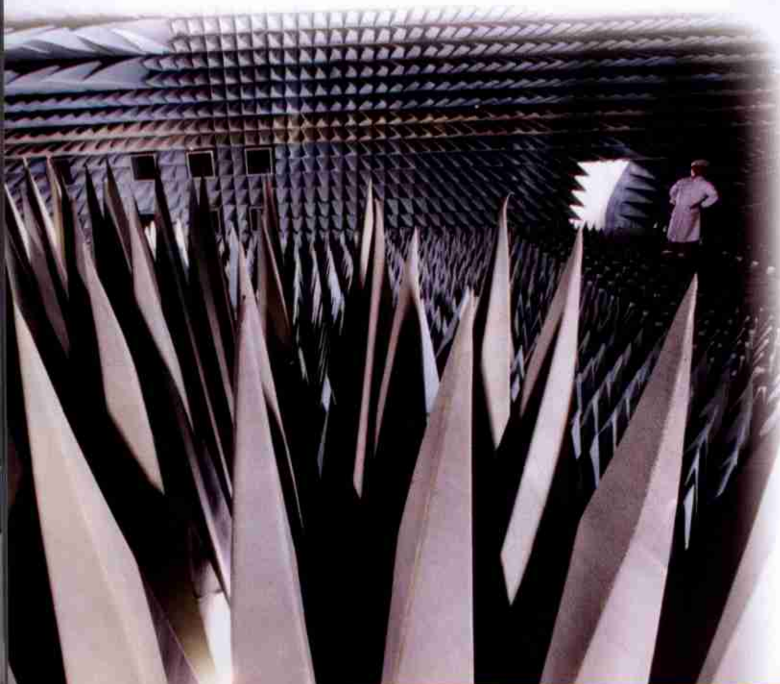


بقایای کشتی غرق شده در کف دریا

◄ پیدا کردن کشتی‌های غرق شده به کمک رادار
این کشتی غرق شده در کف اقیانوس با استفاده از پژواک امواج رادیویی (رادار) توسط یک زیردریایی پیدا شد. زیردریایی با ارسال امواج رادیویی بستر دریا را کاوش‌کرد و بازتاب امواج ارسالی محل کشتی را نشان داد. این بازتاب‌ها توسط یک گیرنده دریافت شدند و یک رایانه با استفاده از امواج بازتابی تصویری از بقایای کشتی در اختیار قرار داد.

جذب

اشیاء سخت صدا را منعکس می‌کنند ولی مواد نرم آن‌ها را جذب و خفه می‌کنند. وقتی یک موج صوتی به یک ماده‌ی نرم می‌رسد انرژی آن جذب می‌شود و موج نمی‌تواند به حرکت ادامه دهد. اجسامی که صدا را جذب می‌کنند برای کاهش صدا مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای کاهش صدا در اتوبان‌ها در اطراف آن‌ها درخت می‌کارند زیرا برگ درختان صدای ترافیک را کاهش می‌دهد. برای جلوگیری از عبور صدا از دیوارها می‌توان آن‌ها را با مواد نرم پوشاند.



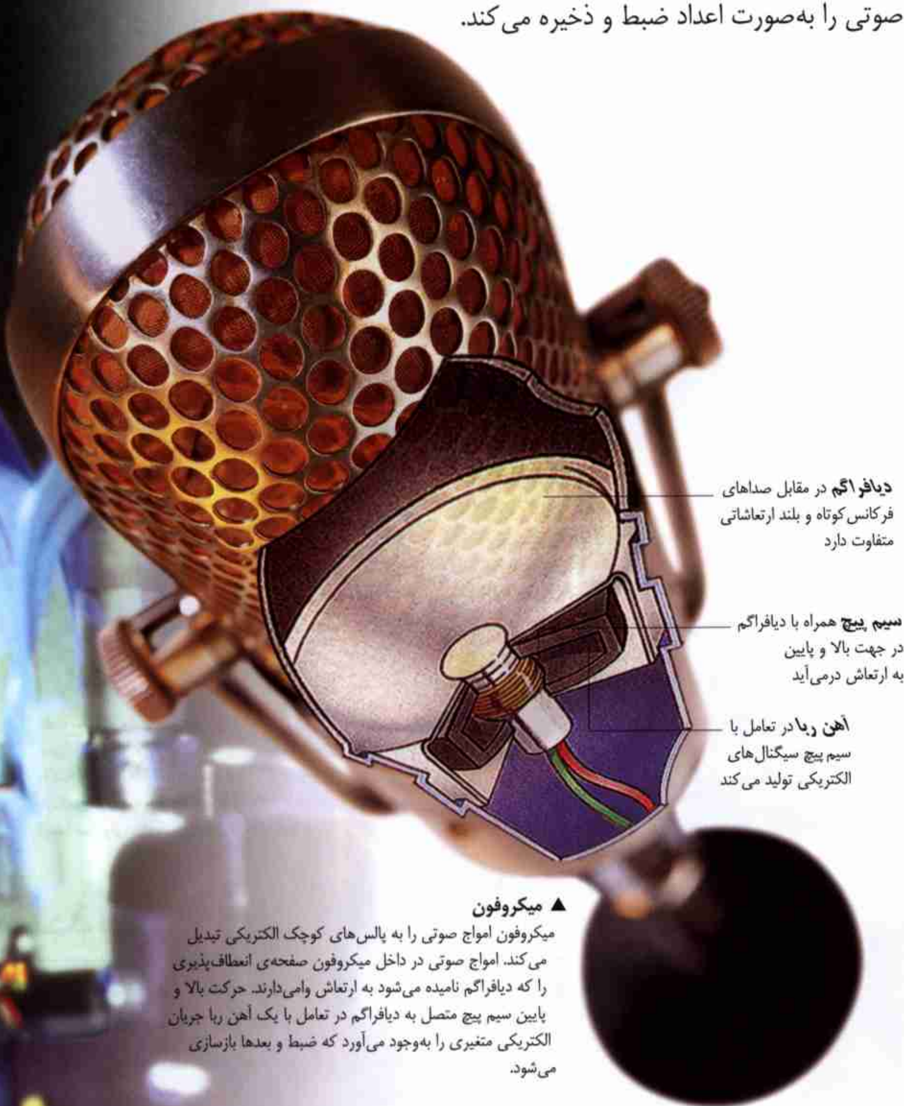
اتاق ضد پژواک ◄
مهندسین برای آزمایش بلندگوها و وسایل صوتی از آزمایشگاه‌هایی به‌نام اتاق ضد پژواک با طراحی خاص استفاده می‌کنند. دیوارها و سقف آن با میخ‌هایی از یک ماده‌ی نرم پوشانده شده است تا صدا را جذب کرده و مانع از هر گونه پژواک شوند. صداهایی که در اتاق ضدپژواک ایجاد شوند بسیار خفه و مرده هستند و به همین دلیل‌گاه آن را " اتاق مرده" نیز می‌گویند.



نیز نگاه کنید به ◄◄ صوت ۱۰۰-۱۰۱ • تن صدا ۱۰۳ • ضبط و بازسازی صدا ۱۰۸-۱۰۹ • ارتباط ۳۱۸-۳۱۹

ضبط و بازسازی صدا

بیش‌تر صداهایی که به‌وجود می‌آیند فقط برای مدتی کوتاه وجود دارند و سپس از بین می‌روند. خوشبختانه دو راه برای ضبط صدا و بازسازی مجدد آن وجود دارد. یک روش، تبدیل و ذخیره‌ی صدا با استفاده از شکل‌های دیگر انرژی مانند الکتریسیته و مغناطیس است. راه دوم، ضبط صدا به شیوه‌ی **دیجیتال** است که امواج صوتی را به‌صورت اعداد ضبط و ذخیره می‌کند.



▲ **میکروفون**
میکروفون امواج صوتی را به پالس‌های کوچک الکتریکی تبدیل می‌کند. امواج صوتی در داخل میکروفون صفحه‌ی انعطاف‌پذیری را که دیافراگم نامیده می‌شود به ارتعاش وامی‌دارند. حرکت بالا و پایین سیم پیچ متصل به دیافراگم در تعامل با یک آهن ربا جریان الکتریکی متغیری را به‌وجود می‌آورد که ضبط و بعدها بازسازی می‌شود.



▲ **نوار کاست**
حلقه‌ی نوار داخل یک کاست صوتی، صدا را به‌صورت الگویی از پالس‌های مغناطیسی ذخیره می‌کند. وقتی نوار در دستگاه پخش گذاشته می‌شود، پالس‌های مغناطیسی به‌صورت پالس‌های الکتریکی و صدا بازسازی می‌شوند.

▼ **صفحه‌ی وینیل (گرامافون)**
قبل از رواج سی دی، موسیقی را روی صفحات تخت ساخته شده از یک پلاستیک خاص به نام وینیل ضبط می‌کردند. روی این صفحه‌ها تا یک ساعت صدا ضبط می‌شد. صدا به‌صورت فرورفتگی‌ها و برجستگی‌های کوچک در یک شیار مارپیچ طولانی بر سطح صفحه ضبط می‌شد. از هر دو سمت صفحه استفاده می‌شد.

از ضبط تا بازسازی

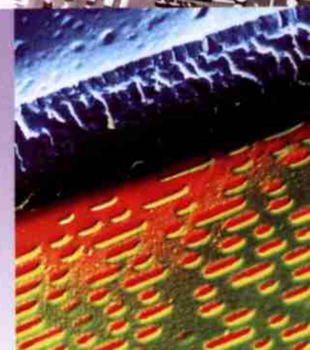
▶ **میکروفون**
در استودیوی ضبط، صدای خواننده به کمک میکروفون به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. او میکروفون را جلوی دهان خود می‌گیرد تا صداهای پس زمینه دریافت نشود. پالس‌های الکتریکی توسط یک سیم به یک دستگاه ضبط صدا در نقطه‌ی دیگری از استودیو حمل می‌شود.



▶ **میز صدابرداری**
ممکن است خواننده‌ها و دستگاه‌های موسیقی متعددی روی یک نوار ظاهر شوند، که هر یک باید توسط میکروفونی جداگانه ضبط شود. دکمه‌های این میز کنترل سیگنال‌های میکروفون‌های مختلف را کنترل می‌کنند. هر دکمه می‌تواند صدای یک خواننده را بلندتر یا کوتاه‌تر کند.



▶ **دیسک فشرده (سی‌دی)**
نسخه‌ی نهایی ضبط شده بر روی یک سی‌دی به بازار عرضه می‌شود. موسیقی به‌صورت مجموعه‌ای از بریدگی‌های کوچک (که در این عکس بزرگ نمایی شده به رنگ قرمز و زرد دیده می‌شود) روی سطح دیسک پلاستیکی ضبط می‌شود. این بریدگی‌ها توسط یک لایه‌ی بسیار نازک فلزی و یک لایه پلاستیک پوشانده می‌شود.



▶ **دستگاه پخش سی دی**
دستگاه پخش سی‌دی شامل یک لیزر است که مجموعه‌ی بریدگی‌های روی سطح سی‌دی را به‌صورت رشته‌ای طولانی از اعدادمی‌خواند. لایه‌ی فلزی براق سی دی نور لیزر را باز می‌تاباند. اعداد به همان پالس‌های الکتریکی که بریدگی‌ها را در سطح سی‌دی ایجاد کرده بودند تبدیل می‌شوند.



▶ **بلندگو**
پالس‌های الکتریکی با عبور از یک آمپلی فایر (تقویت کننده) به بلندگوها ارسال می‌شوند که درست برعکس میکروفون عمل می‌کند. بلندگو با استفاده از الکتریسیته هوای اطراف را به ارتعاش وامی‌دارد و انرژی الکتریکی را به صدا تبدیل می‌کند و ما آن را دقیقا به همان صورتی که ضبط شده بود می‌شنویم.



صدای دیجیتال

صدا را می‌توان با استفاده از دستگاه‌های الکترونیک به الگویی از اعداد و به‌صورت دیجیتال تبدیل و ذخیره کرد. صدا بر روی سی‌دی به‌صورت الگویی ازپستی و بلندی‌ها ذخیره می‌شود. پستی و بلندی‌ها بیانگر یک الگوی کدبندی‌شده از اعدادی هستند که دستگاه پخش آن‌ها را به امواج صوتی تبدیل می‌کند. ضبط دیجیتالی تحت تأثیر صداهای پس زمینه قرار نمی‌گیرد. آن‌ها را به سادگی می‌توان ویرایش و اصلاح و با کمک تجهیزات کامپیوتری در هم ادغام کرد.

▼ ساخت یک دیسک فشرده‌ی مادر

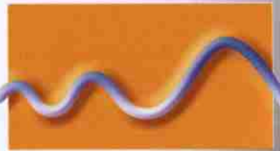
وقتی یک قطعه موسیقی آماده برای انتقال بر روی سی دی است، یک سی دی مادر خالی با سرعت بسیار بالا در مقابل یک باریکه‌ی لیزر که به سرعت خاموش و روشن می‌شود می‌چرخد و هر بار که لیزر روشن می‌شود بریدگی کوچکی روی سطح پلاستیکی سی دی ایجاد می‌کند. الگوی بریدگی‌ها نسخه‌ی کدبندی شده‌ی موسیقی ذخیره شده بر روی سی دی است. نسخه‌های کپی شده از روی سی دی مادر دارای همان برجستگی‌ها بر روی سطح خود می‌باشند که توسط دستگاه پخش خوانده می‌شود.

موتور کوچک سی دی را با سرعت بالا می‌چرخاند

باریکه‌ی لیزر شیارهایی را بر روی سطح دیسک می‌سوزاند

▶ موج صوتی

موج صوتی در یک فرایند موسوم به نمونه برداری به‌صورت دیجیتال ذخیره می‌شود. دامنه‌ی موج پیوسته اندازه‌گیری و به‌صورت عدد ذخیره می‌شود. وقتی تمام این اعداد کنار یکدیگر نوشته شوند عددی طولانی را به‌وجود می‌آورند که بیانگر تمام موج است. هر چه تعداد اندازه‌گیری‌های موج بیشتر باشد در هنگام بازسازی صدای بهتری تولید می‌شود.



موج صوتی دیجیتال



موج صوتی اندازه‌گیری شده توسط نمونه‌های اندک



موج صوتی اندازه‌گیری شده توسط نمونه‌های بسیار

ضبط و بازسازی صدا
sound reproduction

دستگاه پخش MP۳ از طریق گوشی‌های کوچک موسیقی را در اختیار قرار می‌دهد

کارت حافظه پرونده‌های MP۳ را از کامپیوتر به دستگاه پخش منتقل می‌کند



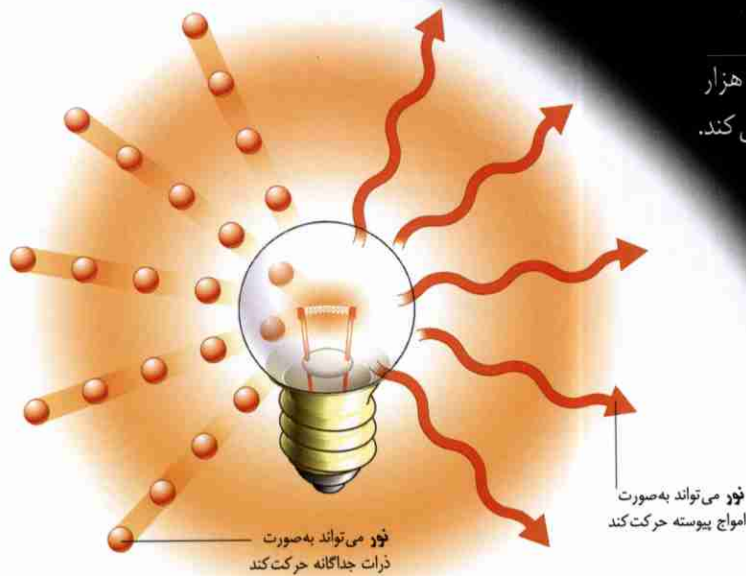
▲ MP۳

موسیقی را می‌توان در پرونده‌ای به‌نام ام پی تری (MP3) ضبط کرد. این پرونده‌ها را با استفاده از یک رایانه‌ی معمولی ضبط و ذخیره می‌کنند و در صورتی که شخص بخواهد با استفاده از دستگاه پخش MP3 آن‌ها را بازسازی کند می‌تواند با استفاده از کارت حافظه آن‌ها را از رایانه بگیرد و به دستگاه پخش تغذیه کند و مستقیماً از روی دستگاه، موسیقی را بشنود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اصوات موسیقیایی ۱۰۴-۱۰۵ • لیزر ۱۱۲ • الکترونیک دیجیتالی ۱۴۰-۱۴۱ • رایانه ۱۴۸-۱۴۹

نور

نور نوعی پرتوی الکترومغناطیسی است که انرژی را با سرعت بالای ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه از یک **منبع نور** (چیزی که نور را تولید می‌کند) حمل می‌کند. پرتوهای نور از منبع خود به‌صورت خط مستقیم توزیع می‌شوند. نور می‌تواند از برخی اجسام عبور کند ولی برخی دیگر مانع از عبور نور می‌شوند و **سایه** ایجاد می‌کنند.



▲ موج یا ذره
نور گاهی به نظر می‌رسد انرژی را به‌صورت موجی حمل می‌کند. اما گاهی هم به نظر می‌رسد که انرژی نورانی به‌صورت ذره‌هایی کوچک جابه‌جا می‌شوند. به این ذرات کوچک که در فواصل بسیار کوتاه از منبع نور به بیرون پرتاب می‌شوند فوتون گفته می‌شود. دانشمندان تا سال‌ها مطمئن نبودند که نور واقعاً یک موج است یا یک ذره. اما اکنون به این نتیجه رسیده‌اند که نور بسته به موقعیت، هم موج است و هم ذره.





فانوس دریایی ◄
ستون نورانی این فانوس دریایی نشان می‌دهد که نور در خط مستقیم حرکت می‌کند. نور تحت شرایط عادی هیچگاه خم نمی‌شود و یا از پیچ ها نمی‌گذرد و فقط در خط کاملاً مستقیم حرکت می‌کند. هیچ چیز نمی‌تواند سرعتی بالاتر از سرعت نور داشته باشد. نور فانوس دریایی تمام مسافت تا چشم بیننده را در کسر کوچکی از ثانیه طی می‌کند.



◄ حباب صابون
وقتی نور به یک حباب صابون تابانده شود تعدادی از پرتوها از سطح بیرونی حباب منعکس می‌شوند و تعدادی دیگر از لایه‌ی صابون می‌گذرند و از سطح درونی آن منعکس می‌شود. این دو مجموعه بازتاب کمی با یکدیگر زاویه می‌سازند چون مسافت‌های مختلفی را پیموده‌اند. آن‌ها با یکدیگر تداخل کرده و الگوهای رنگارنگی را بر سطح حباب به‌وجود می‌آورند.

انتقال نور

بعضی اجسام نور را بهتر از بعضی دیگر منتقل می‌کنند. اجسام شفاف، مانند شیشه، تقریباً تمام شعاع‌های نور را از خود عبور می‌دهند. وقتی به یک لیوان آب پرتغال نگاه می‌کنید مایع درون آن را به‌وضوح می‌بینید. چیزهای دیگر نیز از ورای لیوان دیده می‌شوند. اشیاء نیمه شفاف (مات)، مثل پلاستیک، فقط بخشی از نور را از خود عبور می‌دهند. یک بطری پلاستیکی برخی از شعاع‌های نور را از خود عبور می‌دهد و به همین دلیل می‌توان آب پرتغال را در داخل بطری مشاهده کرد اما اشیاء پشت بطری دیده نمی‌شوند. اشیاء غیرشفاف، مثل فلزات، تمام نوری را که به آن‌ها تابیده می‌شود منعکس می‌کنند و هیچ شعاعی را از خود عبور نمی‌دهند. شما نمی‌توانید محتویات داخل یک قوطی آب پرتغال را ببینید و با نگاه‌کردن به آن نمی‌توان گفت که قوطی خالی است یا پر.

شفاف



محتویات لیوان به وضوح دیده می‌شود

شیشه تمام نور را از خود عبور می‌دهد

نیمه شفاف (مات)



محتویات بطری دیده می‌شود اما مات به نظر می‌رسد

پلاستیک فقط قسمتی از نور را از خود عبور می‌دهد

غیرشفاف



محتویات قوطی دیده نمی‌شود

فلز نوری را از خود عبور نمی‌دهد

منابع نور

چیزهایی که نور از خود ساطع می‌کنند منبع نور گفته می‌شوند. وقتی چیزی را می‌بینیم، در واقع شعاع‌های نوری را دیده‌ایم که از منبع نور به چشم‌های ما می‌رسند. بعضی اشیاء روشن به نظر می‌رسند زیرا از خود انرژی به‌صورت شعاع‌های نور ساطع می‌کنند و این اشیاء را نورانی می‌گوییم. بعضی اشیاء از خود نور ندارند ولی به این دلیل روشن به‌نظر می‌رسند که نور یک منبع نور را منعکس می‌کنند.

◀ نور خورشید
خورشید به این دلیل می‌درخشد که در هسته‌ی خود انرژی تولید می‌کند. این انرژی در اثر پیوستن اتم‌ها به یکدیگر در واکنش‌های همجوشی هسته‌ای تولید می‌شود. خورشید این انرژی را به‌صورت امواج الکترومغناطیسی در تمام جهت‌ها پخش می‌کند. مقداری از این تشعشعات به‌صورت نور و گرمایی که به آن آفتاب می‌گوییم به زمین می‌رسد. خورشید یک منبع نورانی است چون ازخود نور دارد.

▲ مهتاب
ماه درخشش کم‌نور از خورشید دارد. ماه برخلاف خورشید ازخود نور ندارد بلکه آنچه ما آن را مهتاب می‌نامیم نور سفید مایل به خاکستری است که بازتاب نور خورشید بر روی سطح ماه است که به چشم ما می‌رسد. اگر زمین در فاصله‌ی بین ماه و خورشید قرار گیرد، به نظر خواهد رسید که ماه در آسمان ناپدید شده است. این وضعیت را ماه گرفتگی (خسوف) می‌گویند.



زیست‌تابی ◀
بعضی موجودات دریایی از خود نور تولید می‌کنند. این توانایی را زیست‌تابی می‌گویند که در آن نور به‌صورت زیستی ساخته می‌شود. این کرم شب‌تاب پلیکت نور زردی را در داخل بدن خود تولید می‌کند. آن‌ها در زیستگاه تاریک خود در اعماق دریا می‌درخشند و یا ممکن است نور آن‌ها کم و زیاد شود تا شکارچیان را فراری دهد. بعضی خرچنگ‌ها، میگوها و ستاره ماهی‌ها نیز از خود نور تولید می‌کنند.

سایه‌ی کامل که پشت توپ به‌وجود می‌آید

نیم سایه که در اطراف سایه‌ی کامل به‌وجود می‌آید

▲ سایه و نیم سایه
سایه‌ها کاملا سیاه نیستند. اگر به دقت به یک سایه نگاه کنید خواهید دید که قسمتی از مرکز سایه تیره‌تر است و در محدوده‌ی اطراف آن کمی روشن‌تر به نظر می‌رسد. منطقه‌ی تیره‌ی وسط را سایه می‌گوییم که در آنجا تمام شعاع‌های نور منبع توسط شیء غیرشفاف سد شده است. قسمت پیرامون آن، که نیم سایه نامیده می‌شود، روشن‌تر است چون مقداری از شعاع‌ها عبور کرده و به پرده رسیده‌اند.



سایه

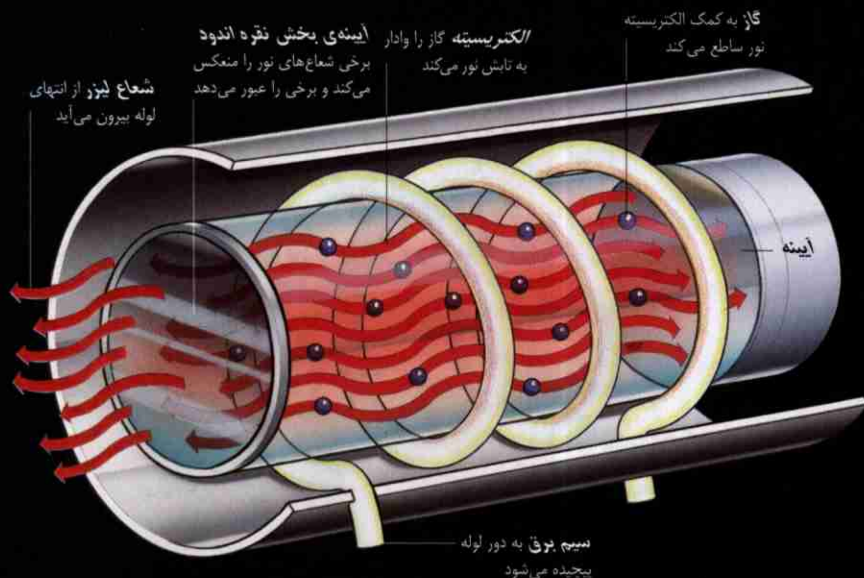
سایه در اثر سد شدن نور به‌وجود می‌آید. شعاع‌های نور از منبع در خط مستقیم حرکت می‌کنند. اگر جسمی غیرشفاف بر سر راه شعاع‌های نور قرار گیرد مقداری از آن‌ها را سد می‌کنند و سطح تاریکی در پشت جسم ظاهر می‌شود. این سطح تاریک را سایه می‌گویند. شکل و اندازه‌ی سایه بستگی به موقعیت و اندازه‌ی منبع نور در مقایسه با شیء دارد.

سایه‌ی متغیر ◀
وقتی در آفتاب می‌ایستید شعاع‌های آفتاب توسط بدن شما سد می‌شود و سایه‌ای در مقابلتان به‌وجود می‌آید. وقتی خورشید در نیمروز در وسط آسمان قرار می‌گیرد سایه‌ی شما کوتاه است. ولی سپس با پایین آمدن خورشید سایه‌ی شما هم بلندتر می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ انرژی هسته‌ای ۸۵ ● امواج انرژی ۹۸-۹۹ ● بازتاب ۱۱۳ ● شکست ۱۱٤ ● خورشید ۱۷۰-۱۷۱

لیزر

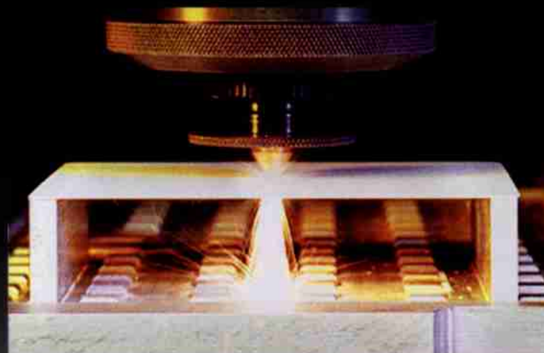
بعضی شعاع‌های نور آن قدر نیرومند هستند که می‌توانند فلز را ببُرند. بعضی دیگر آن قدر دقیق هستند که می‌توان از آن‌ها در جراحی استفاده کرد. این شکل‌های تحسین برانگیز نور توسط لیزرها به‌وجود می‌آیند. لیزر (LASER) خلاصه‌ی حروف اول عبارت "تقویت نور از طریق تابش تحریک شده‌ی تشعشع" است. لیزر وسیله‌ای است که شعاع‌های نور را به گونه‌ای متمرکز می‌کند که دقیقاً همگام با یکدیگر حرکت می‌کنند. پرتوهای لیزری بسیار نیرومندتر و دقیق‌تر از دیگر پرتوهای نور هستند.



▲ **درون یک دستگاه لیزر**
دستگاه لیزر با عبور الکتریسیته از یک گاز نور تولید می‌کند. الکتریسیته باعث می‌شود گاز از خود امواج نوری با طول موج دقیقاً یکسان ساطع کند. این امواج نور در لوله بین دو آیینه حرکت می‌کنند. این امر باعث می‌شود گاز شعاع‌های نور بیش‌تری را که دقیقاً همگام با امواج نور اولیه هستند ساطع نماید. دستگاه همچنین شعاع نور را تقویت می‌کند.



▲ **هولوگرام**
تصویر سه‌بعدی که به نظر می‌رسد درون یک قطعه پلاستیک یا شیشه شناور است هولوگرام نامیده می‌شود. هولوگرام به نظر جسمی جامد می‌آید اما در واقع تصویری است که توسط یک شعاع لیزر از جسم اسکن و در شیشه یا پلاستیک ذخیره شده است.



▲ **برش لیزری**
این ماشین برای بریدن فلزات از یک لیزر دی‌اکسیدکربن استفاده می‌کند. این نوع لیزر در اثر عبور الکتریسیته از گاز دی‌اکسیدکربن به‌وجود می‌آید. برش لیزری توسط یک رایانه به دقت کنترل می‌شود. در صنعت دوزندگی از لیزر برای بریدن پارچه استفاده می‌شود. یک باریکه‌ی لیزری می‌تواند صدها پارچه را که روی هم قرارگرفته است یکجا برش بزند.

e ⏭ لیزر lasers

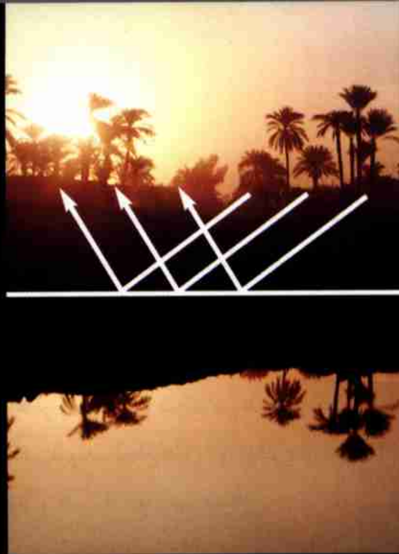


◄ **نمایش نور لیزری**
بعضی لیزرها چنان نیرومندند که تا مسافت زیادی در آسمان می‌درخشند. از آن‌ها اغلب در کنسرت‌ها و یا تولید نمایش‌های نوری جذاب در فضای آزاد استفاده می‌کنند. این نمایش‌نور به‌طو رپیوسته در حوالی‌اهرام در منطقه‌ی جیزه در مصر برگزار می‌شود. تعدادی لیزر نیرومند کنترل‌شده توسط رایانه شعاع‌های نیرومند نور قرمزی را که به هوا ارسال می‌شود تولید می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ فناوری پزشکی ۳۷٤-۳۷۵

بازتاب

بازتاب‌ها یا انعکاس ها معمولاً توسط اجسام براق، مثل آیینه‌ها، تولید می‌شوند. آیینه از جسمی که در مقابلش باشد تصویری معکوس به‌وجود می‌آورد. فاصله‌ی تصویر تا آیینه با فاصله‌ی جسم تا آیینه مساوی است. اما تنها آیینه‌ها نیستند که بازتاب تولید می کنند. بیش‌تر اجسام بخشی از نوری را که بر آن‌ها می‌تابد باز می‌تابانند. در روز، چیزهای آشنایی مثل چمن، درختان و آسمان را به این دلیل می‌بینیم که نور خورشید را به درون چشمان ما باز می‌تابانند.



▲ **بازتاب منظم**
وقتی شعاع‌های نور بر یک سطح کاملاً صاف، مثل سطح ساکن و صاف آب استخر و یا آیینه و یا حتی شیشه‌ی مغازه‌ها، می‌تابد به‌طور منظم بازتابیده می‌شود و ما می‌توانیم انعکاس بسیار روشنی را بر روی سطح ببینیم و در این حالت تمام شعاع‌های نور به‌طور کامل و منظم از سطح منعکس شده‌اند و ما تصویر دقیق و روشنی را از آن سطح با چشم خود دریافت می کنیم.

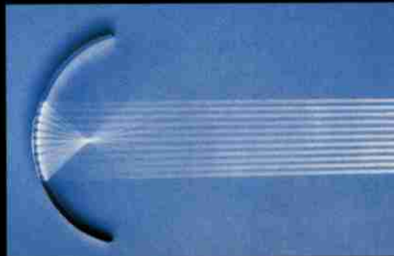


▲ **بازتاب نامنظم**
یک سطح ناصاف، مثل سطح چین‌دار این استخر، باعث می‌شود که شعاع‌های نور در جهت‌های مختلف باز تابانده شود. در این حالت نیز ممکن است تصویری روشن از سطح داشته باشیم ولی اگر سطح خیلی ناهموار باشد، تصویری که در چشم ما به‌وجود می‌آید مواج است. بیش‌تر اجسام نور را به شیوه‌ی نامنظم منعکس می کنند. با وجودی که می‌توانیم آن‌ها را ببینیم اما نمی‌توانیم تصویر چیزهایی را که بر سطح آن‌ها تابیده شده مشاهده کنیم.

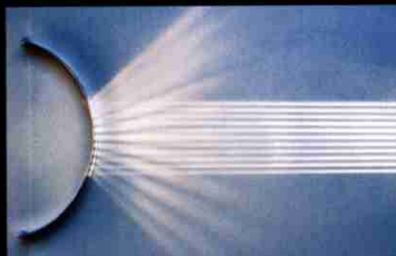


آیینه‌ها

آیینه فلز، پلاستیک یا شیشه‌ی بسیار صاف و صیقل خورده‌ای است که تقریباً تمام نوری را که به آن تابانده می‌شود منعکس می‌کند. تصویر به‌نظر می‌رسد که در پشت آیینه تشکیل شده است و بسته به شکل آیینه، تصویر ممکن است بزرگ‌تر، کوچک‌تر و یا هم اندازه‌ی جسمی باشد که آن را منعکس کرده است. آیینه‌ها کاربرد فراوان دارند. از آیینه‌های معمولی برای مشاهده‌ی ظاهر خود و یا در رانندگی استفاده می‌کنیم. آن‌ها همچنین نقش مهمی در تلسکوپ‌ها، میکروسکوپ‌ها، دوربین‌ها و دیگر دستگاه‌های آپتیکال (نوری) دارند.



▲ **آیینه‌ی مقعر (کوژ)**
آیینه‌ی مقعر که به داخل قوس دارد اشیاء را بزرگ‌تر و نزدیک‌تر از آنچه هستند نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد که شعاع‌های نور از نقطه‌ای در مقابل آیینه، که در چشم ما نزدیک‌تر جلوه می‌کند، می‌آید. آیینه‌های مقعر کاربردهای فراوان دارند، از جمله در تلسکوپ‌های انعکاسی.



▲ **آیینه‌ی محدب (کاو)**
آیینه‌ی محدب قوس رو به بیرون دارد و اجسام را کوچک‌تر و دورتر از آنچه هستند نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که شعاع‌های نور از نقطه‌ای دورتر در پشت آیینه می‌آیند. اشیاء در آیینه‌های محدب کوچک‌تر به نظر می‌رسند اما به آن دلیل مورد استفاده اند که می‌توانند نمای وسیع‌تری را در اختیار قرار دهند.



▶ **آیینه‌ی اصلاح**
آیینه‌ی مقعر تصویر نزدیک‌تر و بزرگ‌تری را نسبت به شیء در اختیار قرار می‌دهد. در نتیجه تصویر این مرد در آیینه بزرگ‌تر خواهد بود و او می‌تواند با دقت بیش‌تری صورت خود را اصلاح کند. ضعف آیینه‌ی مقعر در این است که فقط بخشی از صورت مرد در آیینه دیده می‌شود در حالی که در یک آیینه‌ی مسطح با همان اندازه، تصویر تمام صورت شخص مشاهده خواهد شد.

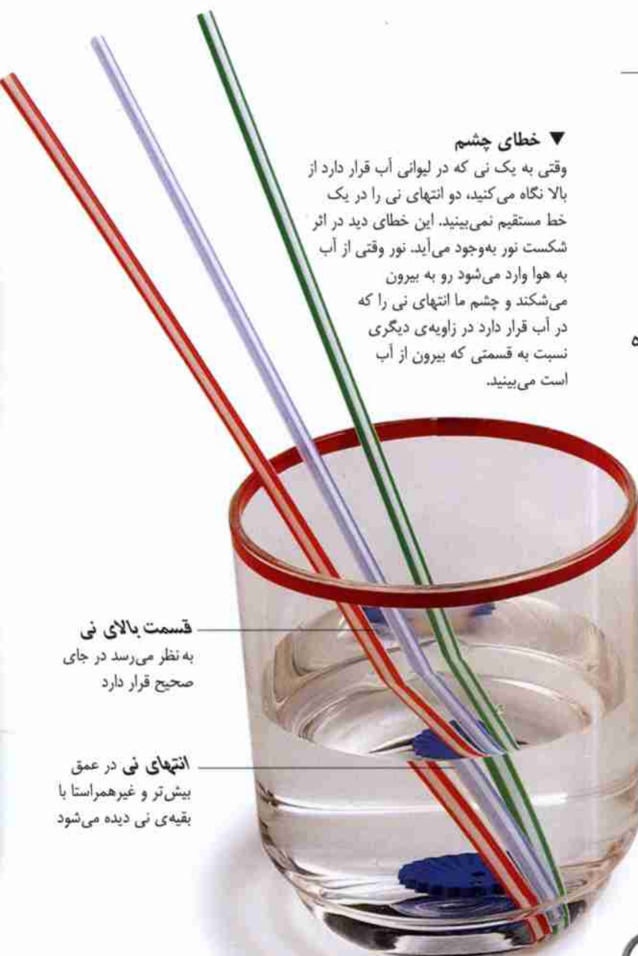


آیینه‌ی بغل اتومبیل ◀
آیینه‌ی بغل اتومبیل به راننده کمک می‌کند که پشت اتومبیل خود را ببیند. بسیار مهم است که راننده بتواند هر چه بیش‌تر از جاده و ترافیک پشت سر را ببیند و به همین دلیل، آیینه‌های بغل و آیینه‌های بالا سر در اتومبیل‌ها از نوع محدب هستند. ضعف این آیینه‌ها در رانندگی این است که وسایل نقلیه و جاده‌ی پشت سر را کوچک‌تر و دورتر از آنچه در یک آیینه‌ی تخت دیده می‌شوند نشان می‌دهد. راننده‌ها باید در نظر داشته باشند که وسایل نقلیه نزدیک‌تر از آنی هستند که دیده می‌شوند.

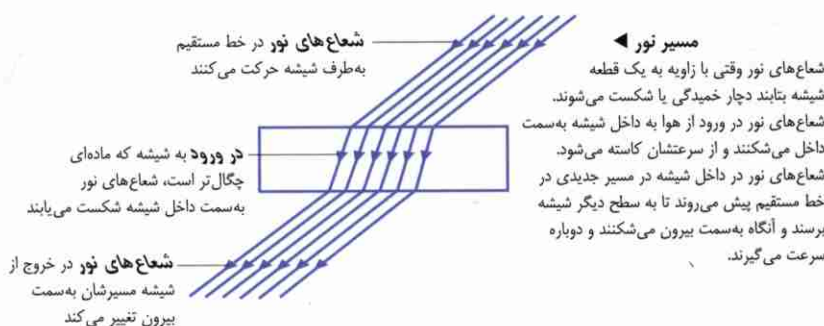
نیز نگاه کنید به ◀◀ نور ۱۱۰-۱۱۱ ● میکروسکوپ ۱۱۶ ● تلسکوپ ۱۱۷ ● دوربین ۱۱۸-۱۱۹

شکست

شعاع‌های نور در خط مستقیم حرکت می‌کنند. اما وقتی از یک ماده به ماده‌ی دیگر می‌روند ممکن است دچار خمیدگی شوند، یعنی جهتشان عوض شود، ولی همچنان در مسیر جدید در خط راست حرکت می‌کنند. این خمیدگی را شکست یا انکسار می‌گوییم و دلیل وقوع آن این است که نور در مواد مختلف با سرعت‌های مختلف حرکت می‌کند. اگر شعاع‌های نور از هوا وارد ماده‌ای با چگالی بالاتر (مثل آب) شوند سرعتشان کم می‌شود و دچار شکست به‌طرف ماده‌ی چگال‌تر می‌شوند. شعاع‌های نور وقتی از یک ماده به ماده‌ای با چگالی کم‌تر وارد می‌شوند (مثل ورود از آب به هوا) سرعتشان افزوده و جهتشان رو به بیرون از ماده‌ی چگال‌تر می‌شود.



▼ خطای چشم
وقتی به یک نی که در لیوانی آب قرار دارد از بالا نگاه می‌کنید، دو انتهای نی را در یک خط مستقیم نمی‌بینید. این خطای دید در اثر شکست نور به‌وجود می‌آید. نور وقتی از آب به هوا وارد می‌شود رو به بیرون می‌شکند و چشم ما انتهای نی را که در آب قرار دارد در زاویه‌ی دیگری نسبت به قسمتی که بیرون از آب است می‌بینید.



مسیر نور ◄
شعاع‌های نور وقتی با زاویه به یک قطعه شیشه بتابند دچار خمیدگی یا شکست می‌شوند. شعاع‌های نور در ورود از هوا به داخل شیشه به‌سمت داخل می‌شکنند و از سرعتشان کاسته می‌شود. شعاع‌های نور در داخل شیشه در مسیر جدیدی در خط مستقیم پیش می‌روند تا به سطح دیگر شیشه برسند و آنگاه به‌سمت بیرون می‌شکنند و دوباره سرعت می‌گیرند.

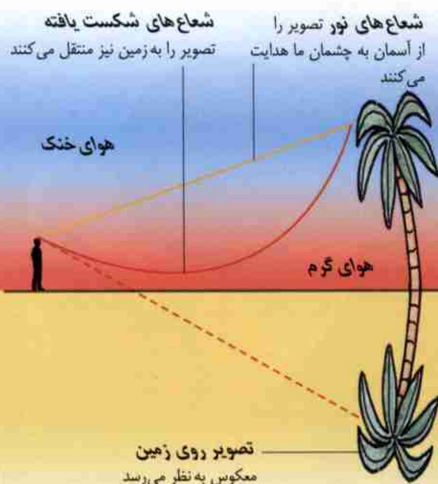
شکست
reflections



▼ شکست در مه گرمایی
در روزهای خیلی‌گرم سطح زمین گرم‌تر از آسمان بالای سر است. در نتیجه، هوای سطح زمین بسیار گرمتر از هوای بالاتر می‌شود. هوای گرمی که از زمین بالا می‌رود می‌تواند شعاع‌های نوری را که از آن عبور می‌کنند دستخوش انحراف و شکست کند و ظاهری مه‌گرفته و نامشخص به اشیایی که در افق قرار دارند – مانند این زرافه – می‌دهد.

سراب

کسانی که در صحراهای گرم و خشک سفر می‌کنند اغلب به نظرشان می‌آید که آب و درختان را در فاصله ای دور در مقابل خود می‌بینند در حالی که در واقع هیچ چیز آنجا وجود ندارد. این خطای دید را سراب می‌گویند. لایه‌های هوای گرم و سرد شعاع‌های نوری را که از اشیاء دوردست – شاید درخت‌های واقعی در افق- می‌آیند می‌شکنند و بیننده تصاویر آن‌ها را در فاصله‌ی نزدیک‌تری می‌بیند و فکر می‌کند که این تصاویر اشیائی است که بر روی زمین قرار دارند؛ در حالی که در واقع از آسمان منعکس شده‌اند.



نیز نگاه کنید به ◄◄ نور ۱۱۰-۱۱۱ • بازتاب ۱۱۳

عدسی‌ها

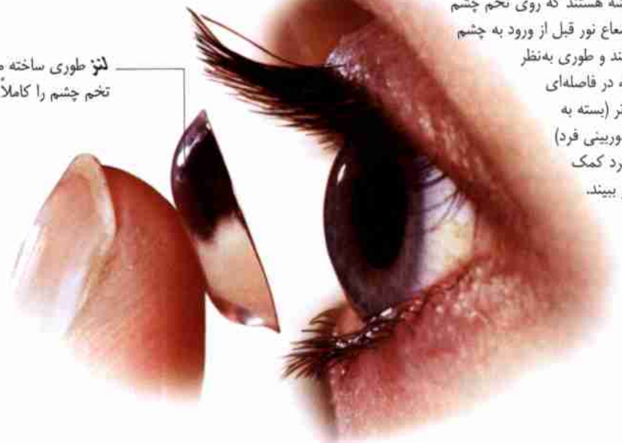
عدسی یا لنز قطعه‌ای پلاستیک شفاف یا شیشه است که می‌تواند اشیاء را بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی نشان‌دهد. اساس کار لنز بر شکست شعاع‌های نور به‌گونه‌ای است که گویی از نقطه‌ای متفاوت می‌آید. بعضی عدسی‌ها اشیاء را نزدیک‌تر و بزرگ‌تر جلوه می‌دهند. بعضی دیگر آن‌ها را دورتر و کوچک‌تر نشان می‌دهند. بسیاری از مردم بدون لنز چشم قادر به دیدن اشیاء به‌طور واضح و خواندن کتاب و یا رانندگی نیستند.

عدسی فرنزل ◄

فانوس دریایی باید نور را تا مسافت‌های زیاد در دریا بفرستد. برای انجام این کار به یک عدسی بسیار بزرگ و سنگین نیاز است. اما به جای چنین لنزی، فانوس‌های دریایی به عدسی فرنزل مجهزند که پله پله است و هر پله نور را کمی خم می‌کند و نتیجه‌ی نهایی، یک باریکه‌ی نور بسیار قوی است که از مسافت‌های زیاد در دریا دیده می‌شود. عدسی‌های فرنزل را هم از شیشه و هم از پلاستیک می‌سازند.

عدسی‌های پله‌پله نورها را می‌شکنند و نهایتاً یک شعاع نور نیرومند ایجاد می‌کنند

پایه‌ی گردان باریکه‌ی نور را در تمام جهت‌ها می‌چرخاند



لنزهای تماسی (لنز چشمی) ◄

لنزهای تماسی قطعه‌ی بسیار نازک و کوچکی از پلاستیک یا شیشه هستند که روی تخم چشم قرار می‌گیرند. شعاع نور قبل از ورود به چشم از لنز عبور می‌کند و طوری به‌نظر می‌رسد که اشیاء در فاصله‌ای دورتر یا نزدیک‌تر (بسته به نزدیک بینی یا دوربینی فرد) قرار دارند و به فرد کمک می‌کنند واضح‌تر ببینند.

لنز طوری ساخته می‌شود که تخم چشم را کاملاً در بر بگیرد



▼ عدسی‌های محدب و مقعر

عدسی‌ها بر دو نوعند: عدسی‌های مقعر (گوژ) و عدسی‌های محدب (کاو). عدسی مقعر در وسط نازک‌تر از لبه‌ها است و در نتیجه، شعاع‌های نور را به‌سمت بیرون منحرف می‌کند. عدسی محدب برعکس است. لبه‌های آن نازک‌تر از شکم آن است. شعاع‌های نور در عبور از عدسی محدب به‌سمت داخل متمایل می‌شوند.

عدسی مقعر (گوژ)

شعاع‌های نور از هم دور می‌شوند

شعاع‌های نور به‌هم نزدیک می‌شوند

عدسی محدب (کاو)



دستگاه نمایش اسلاید ◄

با تاباندن یک شعاع نیرومند نور بر یک فیلم اسلاید حاوی یک تصویر، تصویری بزرگ‌تر بر روی دیوار یا پرده ایجاد می‌شود. تصویر کوچک روی ورقه‌ی فیلم در مقابل یک عدسی مقعر قرار دارد که شعاع‌های نور را به‌سمت بیرون منحرف می‌کند. هر چه فاصله‌ی پرده تا دستگاه بیش‌تر باشد تصاویر بزرگ‌تر می‌شوند.



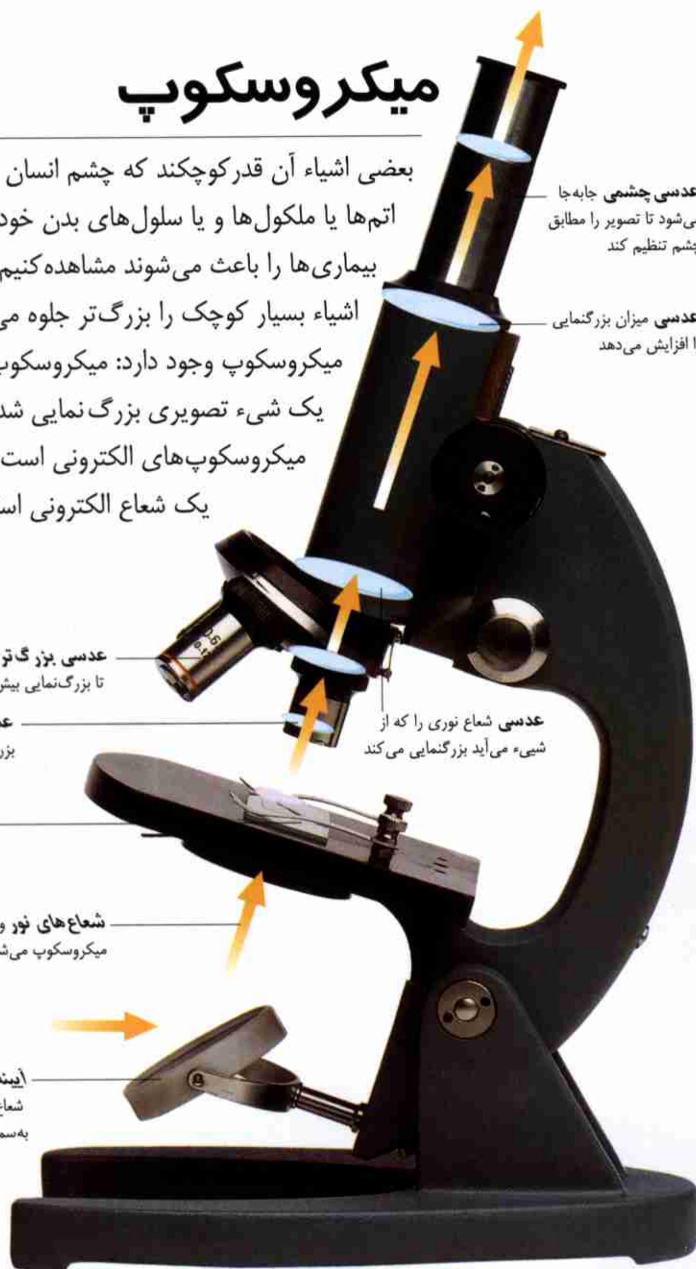
ذره بین ◄

ذره بین وسیله‌ای است برای بزرگ نشان‌دادن اجسام. ذره‌بین عدسی محدب بزرگی است که وسط آن ضخیم‌تر از لبه‌هایش می‌باشد. وقتی ذره بین را روی یک شیء قرار می‌دهید به‌نظرتان می‌رسد که شعاع‌های نور از شیء از نقطه‌ای نزدیک‌تر می‌آیند و در نتیجه بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی به‌نظر می‌رسند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ شکست ۱۱۴ • میکروسکوپ ۱۱۶ • تلسکوپ ۱۱۷

میکروسکوپ

بعضی اشیاء آن قدر کوچکند که چشم انسان قادر به دیدنشان نیست. ما نمی‌توانیم اتم‌ها یا ملکول‌ها و یا سلول‌های بدن خودمان و همچنین ویروس‌هایی را که بیماری‌ها را باعث می‌شوند مشاهده کنیم. میکروسکوپ با استفاده از عدسی‌ها اشیاء بسیار کوچک را بزرگ‌تر جلوه می‌دهد تا بتوانیم آن‌ها را ببینیم. دو نوع میکروسکوپ وجود دارد: میکروسکوپ اُپتیکال نوری که با استفاده از نور یک شیء تصویری بزرگ‌نمایی شده از آن ایجاد می‌کند. نوع دیگر میکروسکوپ‌های الکترونی است که بسیار قوی‌ترند و به جای نور از یک شعاع الکترونی استفاده می‌کنند.





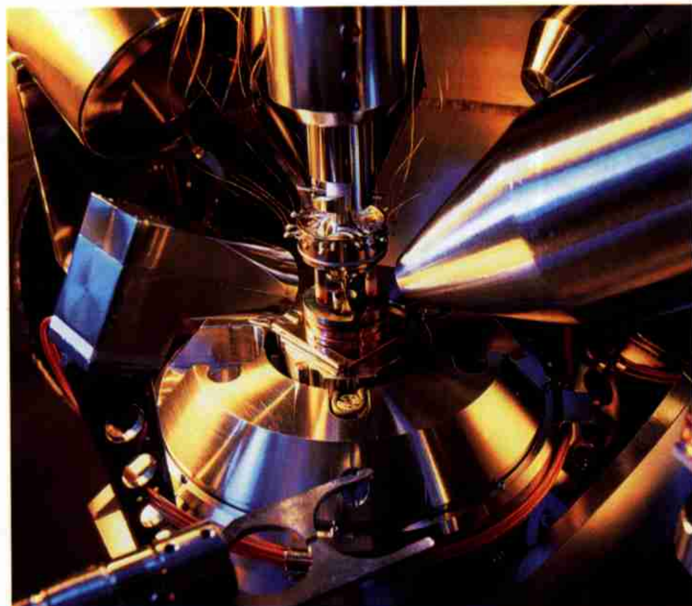

پشه‌ی مالاریا (با چشم غیر مسلح)


پشه‌ی مالاریا (با میکروسکوپ نوری)


پشه‌ی مالاریا (با میکروسکوپ الکترونی)


پرزهای دهانی (با میکروسکوپ الکترونی)

▲ **میکروسکوپ نوری**
میکروسکوپ نوری از نور استفاده می‌کند. جسمی که می‌خواهیم ببینیم باید آن قدر نازک باشد که نور از آن عبور کند. این جسم را روی یک ورقه‌ی شیشه‌ای نازک به‌نام لام قرار می‌دهیم. آینه‌ای در قسمت پایین میکروسکوپ نور را جمع آوری و بر روی لام منعکس می‌کند. یک مجموعه عدسی، شیء را مرحله به مرحله بزرگ‌تر جلوه می‌دهند و در نهایت، تصویر بزرگ‌تری را به‌وجود می‌آورند که از طریق عدسی چشمی واقع در بالای میکروسکوپ مشاهده می‌کنیم.



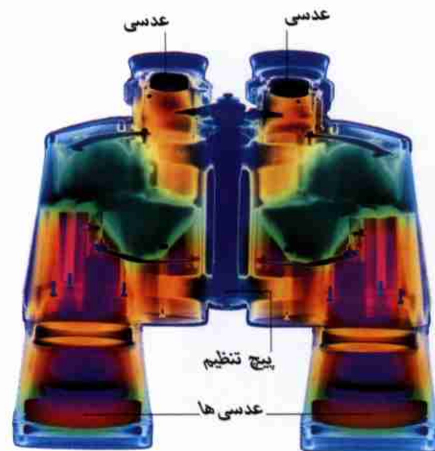
میکروسکوپ الکترونی ◄
میکروسکوپ الکترونی به‌جای نور از یک شعاع الکترونی استفاده می‌کند. شیء مورد مشاهده بر روی یک پایه کوچک در وسط قرار داده می‌شود و یک تفنگ الکترونی، شبیه آنچه در تلویزیون‌ها به‌کار می‌رود، یک شعاع الکترونی را به‌طرف شیء پرتاب می‌کند. با عبور باریکه‌ی شعاع الکترونی از روی شیء، تصویر بسیار دقیقی از آن بر روی یک صفحه‌ی تلویزیون به نمایش گذاشته می‌شود.

▲ **بزرگ‌نمایی**
بالاترین تصویر، پشه را به گونه‌ای که با چشم غیر مسلح می‌بینیم نشان می‌دهد. تصویر دوم، همان پشه را بر روی لام یک میکروسکوپ نوری می‌بینیم. تصویر سوم، پشه را به گونه‌ای که در میکروسکوپ الکترونی دیده می‌شود نشان می‌دهد که می‌بینیم جزئیات سه بعدی بیش‌تری ارائه می‌دهد. آخرین تصویر، پرزهای داخل دهان مورچه است که توسط یک میکروسکوپ بسیار نیرومند الکترونی ارائه شده است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ اتم‌ها ۲۴-۲۵ ● نور ۱۱۰-۱۱۱ ● بازتاب ۱۱۳ ● لنزها ۱۱۵

تلسکوپ

همان‌طور که چشمان ما قادر به دیدن اشیاء کوچک نیستند چیزهایی را هم که خیلی دور باشند نمی‌توانیم ببینیم. تلسکوپ می‌تواند چیزهایی را که حتی میلیون‌ها کیلومتر دور از ما هستند به‌وضوح نشان دهد. لوله‌های بلند تلسکوپ شعاع‌های نور را از اشیاء دوردست دریافت کرده و تصاویری بزرگ‌نمایی شده از آن‌ها، که به نظر نزدیک‌تر می‌آیند، ایجاد می‌کند. بعضی تلسکوپ‌ها برای جمع آوری نور از عدسی و بعضی دیگر از آینه‌ها استفاده می‌کنند.



▲ **تصویر پرتو ایکس دوربین دوچشمی**
دوربین دوچشمی شبیه دو تلسکوپ کوچک که به یکدیگر وصل باشند عمل می‌کند. یک پیچ در وسط دوربین فاصله‌ی بین عدسی‌ها را تنظیم کرده و تصویر را واضح‌تر می‌کند.



▲ **تلسکوپ بازتابی**
نیرومندترین نوع تلسکوپ است که به‌جای عدسی از آیینه استفاده می‌کند چون ساخت آیینه‌های بزرگ آسان‌تر از ساخت عدسی‌های بزرگ است و تصاویر دقیق‌تری ارائه می‌دهند. یک آیینه‌ی بزرگ مرکزی نور را از شیء دوردست می‌گیرد و یک آیینه‌ی کوچک‌تر نور را بر روی چشمی بازمی‌تاباند.

▲ **تلسکوپ شکستی**
این دستگاه کوچک آماتوری یک تلسکوپ شکستی است که براساس شکست نور توسط عدسی‌ها عمل می‌کنند. ساخت عدسی‌های بزرگ بسیار دشوار و پرهزینه است، بنابراین تلسکوپ‌های شکستی اغلب کوچک و نه چندان نیرومند هستند. اولین تلسکوپ شکستی در سال ۱۶۰۸ توسط یان لیپرشی دانشمند هلندی (۱۵۷۰-۱۶۱۹) ساخته شد.



شعاع‌های نور از شیء دوردست



تصویر ماه در تلسکوپ آماتور



توسط تلسکوپی با عدسی سی سانتیمتری



توسط تلسکوپی با عدسی ۱/۲ متری

▲ **مشاهده‌ی ماه**
بالاترین تصویر، ماه را به‌گونه‌ای که با یک دوربین دوچشمی دیده می‌شود نشان می‌دهد. یک تلسکوپ آماتور ماه را بیش‌تر بزرگ جلوه می‌دهد و بعضی دریاها را به صورت لکه‌های تاریک روی آن می‌بینیم. یک تلسکوپ با عدسی سی سانتیمتری چاله‌های کوچک روی ماه را هم به‌وضوح نشان می‌دهند. اما تلسکوپی با عدسی ۱/۲ متری چهار برابر قوی‌تر است و جزئیات بیش‌تری در اختیار ما قرار می‌دهد.



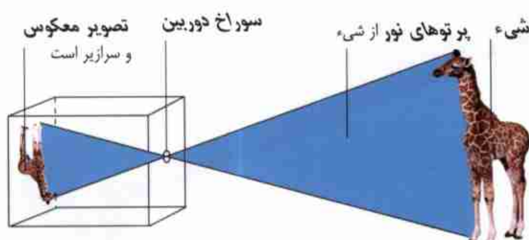


تلسکوپ بزرگ ◄
بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های نجومی جهان از نوع بازتابی هستند و با استفاده از آیینه‌های بزرگ تصاویر ستارگان را در اختیار قرار می‌دهند. این تلسکوپ بسیار بزرگ بازتابی متعلق به رصدخانه‌ی فضایی اروپا است که در قله‌ی کوه لاسیلا در شیلی نصب است. قطر آیینه‌ی آن ۳/۶ متر است و در یک بنای فلزی گنبدی قرار گرفته است تا از باد و باران مصون باشد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ماه ۱۷۷ • رصد خانه ۱۸۷ • رصدخانه های فضایی ۱۹۶-۱۹۷

دوربین

دوربین وسیله‌ای برای ثبت عکس‌ها است. دوربین از یک محفظه‌ی بسته تشکیل شده که شعاع‌های نور به آن وارد می‌شود و یک عدسی در جلوی دوربین شعاع‌ها را متمرکز می‌کند، طوری که تصویر دورتر یا نزدیک‌تر به‌نظر رسد. دوربین‌های سنتی تصاویر را برروی یک ورقه‌ی پوشیده شده با لایه‌ای شیمیایی- **فیلم عکاسی**- ثبت می‌کنند. اما دوربین‌های **دیجیتال** جدید تصاویر را به‌صورت الکترونیکی ثبت می‌کنند.

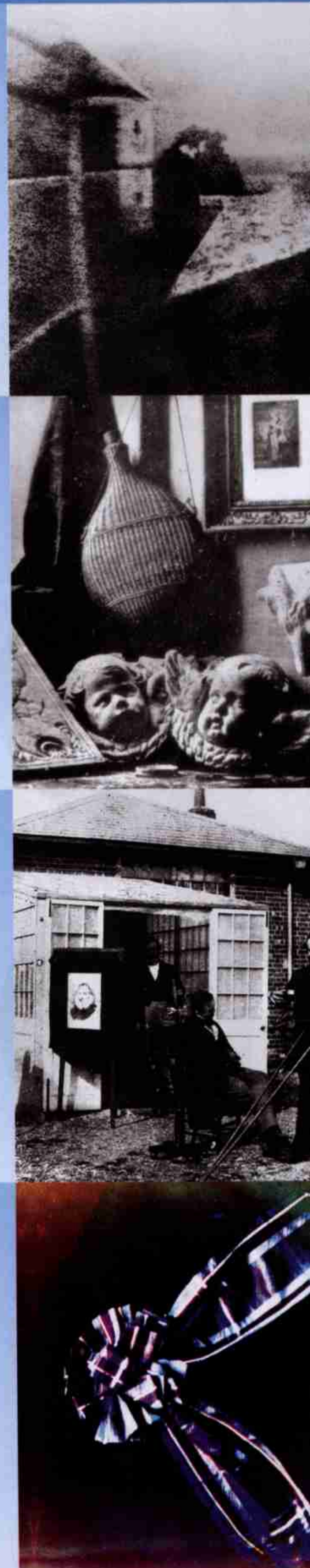


▲ **دوربین جعبه‌ای**
این دوربین ساده متشکل از یک جعبه‌ی کوچک بود که یک سوراخ ریز در قسمت جلو داشت و فیلم عکاسی روی دیواره‌ی عقب و در مقابل سوراخ قرار داده می‌شد. شعاع‌های نور از جسم از طریق سوراخ بر روی فیلم تابانده می‌شدند. تصویر در داخل دوربین سرازیر و معکوس بود.



▲ **دوربین فیلمی**
لنز این دوربین شعاع‌های نور را می‌گیرد و متمرکز می‌کند. آیینه‌ای دیگر در وسط دوربین نوری را که از عدسی می‌آید به داخل منظریاب می‌تاباند. وقتی دکمه‌ی دوربین فشار داده می‌شود، آیینه کنار می‌رود و نور از لنز به‌مدتی کوتاه وارد دوربین می‌شود و بر روی فیلم در قسمت پشت دوربین می‌تابد و منظره‌ای که از لنز بر روی فیلم تابیده روی آن ضبط می‌شود.

تاریخ عکاسی



▶ **عکس بیتومن**
قدیمی‌ترین عکسی که در دست است، توسط ژوزف نیپس فیزیکدان فرانسوی (۱۷۶۵-۱۸۳۳) در سال ۱۸۲۷ گرفته شد. به‌جای استفاده از فیلم عکاسی، وی از یک ورقه‌ی فلز پیوتر با پوششی از یک ماده‌ی قیر مانند به‌نام بیتومن استفاده کرد. برای گرفتن این عکس نور باید به مدت ۸ ساعت وارد دوربین ابتدایی او می‌شد.

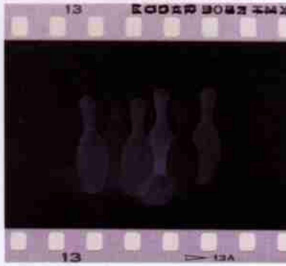
▶ **روش داگوئر**
لوئیس داگوئر نقاش فرانسوی (۱۷۸۷-۱۸۵۱) در سال ۱۸۳۹ روش بهتری برای گرفتن عکس ابداع کرد. این روش که به شیوه‌ی داگوئر معروف است، تصاویر را روی صفحات نقره‌ای با پوششی از یک ترکیب شیمیایی نقره که حساس به نور بود ثبت می‌کرد. این تصاویر که در چند دقیقه گرفته می‌شدند از نظر وضوح و جزئیات خوب بودند.

▶ **عکاسی بر روی کاغذ**
در همان سال ۱۸۳۹، ویلیام هنری فاکس تالبوت مخترع انگلیسی (۱۸۰۰-۱۸۷۷) اولین عکس بر روی کاغذ را گرفت. وی از روشی متفاوت با داگوئر استفاده کرد. دوربین او تصویری معکوس به نام نگاتیو به‌وجود می‌آورد. وی سپس با استفاده از مواد شیمیایی این تصویر معکوس را به تصویر نهایی بر روی کاغذ تبدیل کرد.

▶ **عکس رنگی**
در ۱۸۶۱، جیمز کلرک ماکسول فیزیکدان مشهور انگلیسی (۱۸۳۱-۱۸۷۹) اولین کسی بود که عکس رنگی گرفت. او سه عکس از روبان رنگارنگ در سه رنگ جداگانه گرفت و سپس آن‌ها را روی یکدیگر قرار داد و یک عکس رنگی به‌وجود آورد.

فیلم عکاسی

دوربین‌هایی که از فیلم استفاده می‌کنند نور را بر روی یک ورقه‌ی نازک پلاستیکی شفاف با لایه‌ای از یک امولسیون حساس به نور ثبت می‌کنند. این امولسیون از بلورهای ترکیبات نقره دریک ماده‌ی ژله مانند به‌نام ژلاتین تشکیل شده است. وقتی نور به مدتی کوتاه به فیلم تابانده می‌شود، واکنشی شیمیایی در امولسیون رخ می‌دهد و تصویری شکل می‌گیرد.



▲ **نگاتیو سیاه و سفید**
عکسی که با دوربین گرفته می‌شود عکس نگاتیو نامیده می‌شود که با آنچه از آن‌عکس گرفته شده تفاوت فراوان دارد. در واقع نسخه‌ای با ظاهر عجیب از منظره‌ای است که نقاط تیره و روشن معکوس جلوه داده می‌شوند. اگر از یک لکه‌ی جوهر بر روی کاغذ سفید عکس بگیرید، فیلم نگاتیو لکه‌ای سفید روی صفحه‌ای سیاه را نشان می‌دهد.



نگاتیو رنگی ◄
فیلم‌های رنگی نگاتیوهای رنگی تولید می‌کنند که در آن‌ها تمام رنگ‌های مختلف تصویر توسط رنگ‌های مکمل آن‌ها جایگزین شده‌اند. رنگ‌های تیره به‌صورت قسمت‌های روشن و رنگ‌های روشن به‌صورت قسمت‌های تیره نمایان می‌شوند.



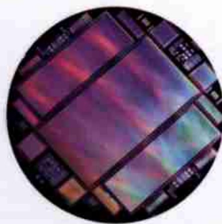
اسلاید ◄
نگاتیوهای منفی را می‌توان برای چاپ روی کاغذ و یا ساخت اسلاید پلاستیکی، مانند آنچه در شکل می‌بینید، به کار برد. اسلاید شباهت زیادی به نگاتیو رنگی اولیه دارد اما رنگ‌ها معکوس شده‌اند و طبیعی به‌نظر می‌آیند.



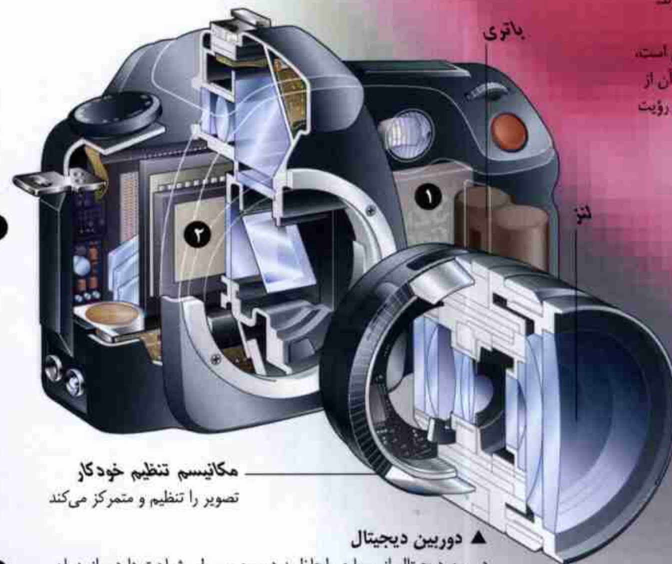
عکاسی دیجیتالی

عکس معمولی قطعه‌ای کاغذ است که تصویر با استفاده از نگاتیو بر روی آن‌چاپ شده است. عکس دیجیتال یک پرونده‌ی‌رایانه‌ای است که در آن، تصویر از یک زنجیره‌ی اعداد تشکیل شده است. یک تصویر دیجیتال را می‌توان وارد رایانه کرد و آن را اصلاح، چاپ، ارسال از طریق پست الکترونیکی و یا ذخیره در وب سایت کرد.

◄ **پیکسل**
یک عکس دیجیتالی از خانه‌های کوچکی به‌نام پیکسل تشکیل شده است. هر چه تعداد پیکسل‌ها در واحد سطح بیش‌تر باشد عکس دقیق‌تر و روشن‌تر است. عکس‌های دیجیتال بسته به مقدار جزئیاتی که نشان می‌دهند از وضوح (رزولوشن) بالا یا پایین برخوردارند. قسمت پایین این گل از پیکسل‌های بزرگ‌تر تشکیل شده و نسبتاً نامشخص است، یعنی وضوح پایینی دارد. قسمت بالای آن از پیکسل‌های کوچک‌تر و تقریباً غیرقابل رؤیت تشکیل شده و وضوح بالاتری دارد.

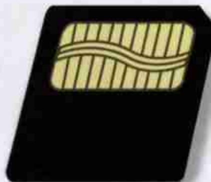


۱ حسگر
CCD از تعداد بسیار زیادی بخش‌های مربع شکل کوچک تشکیل شده است که در یک شبکه مرتب شده‌اند. هر بخش مقدار نوری را که بر آن می‌تابد اندازه گرفته و یک پیکسل از عکس دیجیتال را به‌وجود می‌آورد.



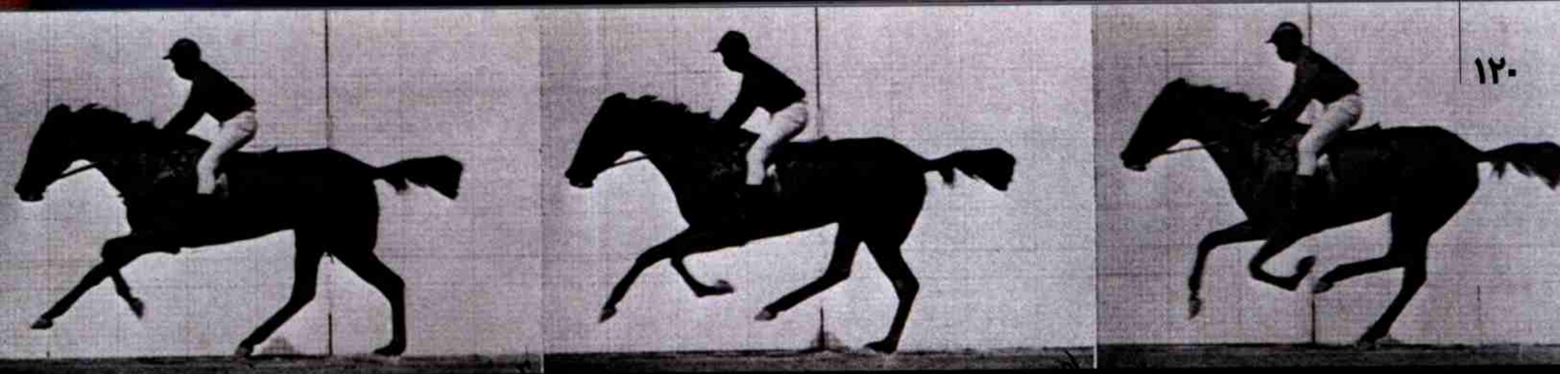
مکانیسم تنظیم خودکار
تصویر را تنظیم و متمرکز می‌کند

▲ **دوربین دیجیتال**
دوربین دیجیتال از بسیاری لحاظ به دوربین معمولی شباهت دارد و از همان اجزاء و کنترل‌های دوربین معمولی استفاده می‌کند. اما به‌جای فیلم، یک حسگر یا ریزتراشه‌ی حساس به نور به‌نام حافظه‌ی اطلاعات جابه‌جا شونده (CCD) دارد. این حسگر شعاع‌های نور را به یک الگوی اعداد تبدیل می‌کند و تمام عکس به‌طور یکجا به‌صورت یک عدد بسیار طولانی ذخیره می‌شود.



۲ ریزتراشه‌ی حافظه
CCD هر پیکسل را به یک عدد تبدیل می‌کند که بیانگر رنگ و روشنی آن قسمت از تصویر است. اعداد تمام پیکسل‌ها در یک پرونده بر روی یک ریزتراشه‌ی حافظه ذخیره می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ عدسی‌ها ۱۱۵ • الکترونیک ۱۴۰-۱۴۱ • میکروالکترونیک ۱۴۲



▲ **اسب در حال تاختن**
ادوارد موی بریج (۱۸۳۰-۱۹۰۴) عکاس آمریکایی- انگلیسی اولین کسی بود که کشف کرد اگر عکس‌های ساکن را به طور پی‌درپی و به‌سرعت از مقابل چشم عبور دهیم یک تصویر متحرک به‌دست می‌آید. او با استفاده از چند دوربین تصاویری پی‌درپی از حرکت اسب گرفت و با نمایش آن‌ها اسب را در حال تاختن نشان داد.

سینما

در یک فیلم سینمایی تعداد فراوانی عکس‌های ساکن به‌طور پی‌درپی و به‌سرعت بر روی پرده نمایش داده می‌شوند. چشم انسان این عکس‌ها را به‌صورت عکس‌هایی جداگانه و ساکن نمی‌بیند بلکه آن‌ها را در هم ادغام کرده و به‌صورت یک تصویر متحرک مشاهده می‌کند. فیلم‌های اولیه سیاه و سفید بودند و صدا نداشتند و یا صدا در آن‌ها بسیار اندک بود. فیلم‌های جدید رنگی بوده و صداهایی واقعی دارند و از **اثرات ویژه‌ی دیجیتال** بهره می‌گیرند.



آگوست و لوئی لومیر
آنچه امروز به نام سینما می‌نامیم توسط آگوست (۱۸۶۲-۱۹۵۴) و لوئی (۱۸۶۴-۱۹۴۸) لومیر برادران فرانسوی اختراع شد. آن‌ها در ۱۸۹۵ اولین دستگاه نمایش فیلم را ساختند که به آن سینماتوگراف می‌گفتند. در همان سال آن‌ها اولین فیلم متحرک را ساختند و برای نشان دادن آن فیلم ها، اولین سینما را تأسیس کردند.

سینما
cinema



▶ **فناکیستوسکوپ**
اولین فیلم‌های متحرک چیزی جز اسباب بازی‌های مکانیکی نبودند. این وسیله که در سال ۱۸۳۲ اختراع شد مجموعه‌ای از تصاویر ساکن است که روی یک صفحه‌ی مقوایی چاپ شده‌اند. هر تصویر لحظه‌ای از یک حرکت پیوسته را نشان می‌دهد. وقتی صفحه را به‌سرعت بچرخانیم و نگاه خود را به یک نقطه‌ی ثابت بدوزیم، تصاویر در یکدیگر ادغام می‌شوند و احساس حرکت به‌وجود می‌آید.



▲ **استودیوی فیلمبرداری**
ساخت یک فیلم به کار و تلاش گروهی فراوانی نیاز دارد که گاه تا صدها نفر را در بر می‌گیرد. در این قسمت کوتاه از فیلم ماتریکس، متخصصین صدا، مسئولین دوربین‌ها، و افراد اثرات ویژه و نوربرداران در حال آماده‌سازی هنرپیشه‌ی فیلم (کینوریو) می‌باشند. ریل آهن برای جابه‌جایی دوربین‌های سنگین کار گذاشته شده است.

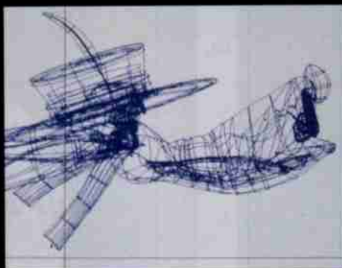


▲ **تابلوی نمایش داستان فیلم**
فیلم سازی فرایندی پر هزینه است. بنابراین معمولاً با برنامه‌ریزی فراوان همراه است. پس از آن که نویسنده داستان را در اختیار می‌گذارد، هنرمندان صحنه‌هایی را که باید فیلمبرداری شود بر روی یک تابلو به تصویر می‌کشاند. کارگردان (که مسئول محصول نهایی فیلم است) با استفاده از این نمودار، جایگاه دوربین‌ها، نوع نوربرداری و دیگر تجهیزات را مشخص می‌کند.



اثرات ویژه‌ی دیجیتال

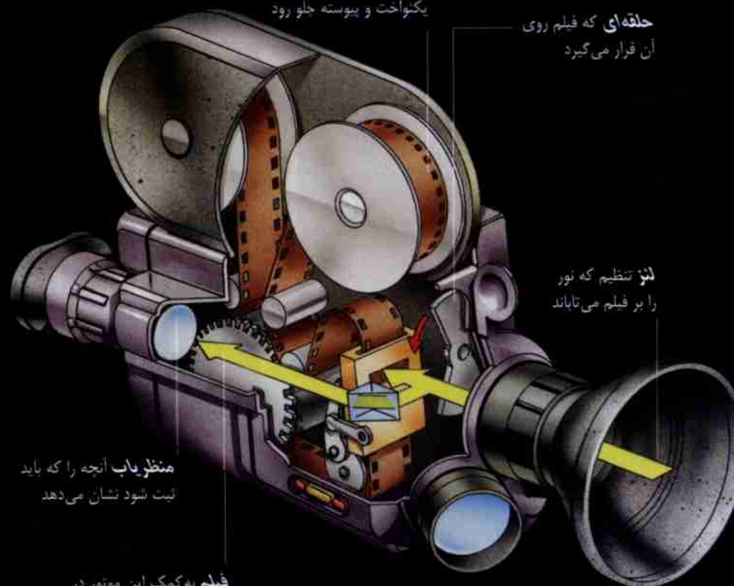
در مواقعی که فیلم‌ها به اثرات ویژه‌ای نیاز دارند که ایجاد آن‌ها به‌طور واقعی دشوار و یا غیر ممکن است، از رایانه‌ها استفاده می‌شود. این اثرات را از آن جهت دیجیتال می‌گویند که با استفاده از فناوری دیجیتال تولید می‌شوند. فیلم‌هایی که نیازمند اثرات دیجیتال هستند ابتدا به مجموعه‌ای از عکس‌های دیجیتال تبدیل می‌شوند و سپس آن‌ها را ویرایش کرده و با شبیه‌سازی‌ها و انیمیشن‌ها در هم می‌آمیزند و یا هر نوع تغییر دیگر را که لازم باشد اعمال می‌کنند.



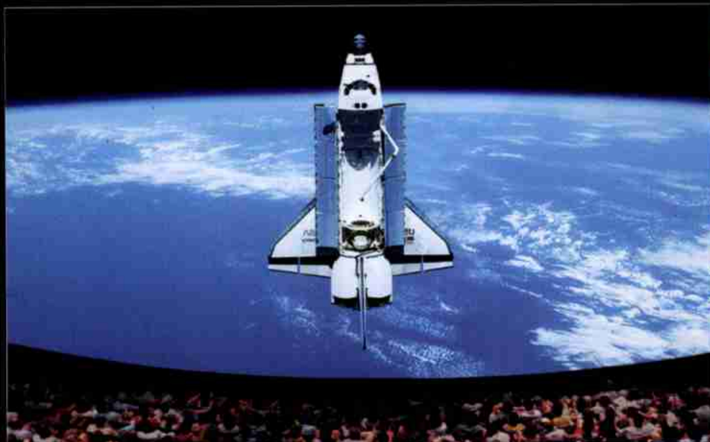
◀ مدل قاب - سیمی
هنرمندان با یک مدل قاب- سیمی (اتود)، که نقاشی ساده‌ای است که کلیات یک شخصیت را نشان می‌دهد، شروع می‌کنند. سپس یک رایانه این مدل را به مجموعه‌ی بلندی از اعداد تبدیل می‌کند که پس از اصلاح، حرکت آن شخصیت را به وجود می‌آورد.



کار هنری نهایی ◀
برای افزودن رنگ و بافت (شکل ظاهری) به تصاویر قاب سیمی و همچنین نورپردازی و دیگر اثرات ویژه از رایانه‌ها استفاده می‌شود. شخصیتی که نشان داده شده است از فیلم نقاب به کارگردانی چارلز راسل است که در ۱۹۹۴ ساخته شد.



▲ دوربین فیلمبرداری
دوربین فیلمبرداری از بسیاری لحاظ مانند دوربین عکاسی عمل می‌کند و بسیاری از اجزای آن‌ها مشترک است؛ اما دوربین فیلمبرداری به‌جای گرفتن یک تصویر در هر ثانیه ۲۴ تصویر جداگانه می‌گیرد. یک موتور کوچک در داخل دوربین مکانیسمی را فعال می‌کند که فیلم را از روی یک حلقه‌ی بزرگ از مقابل دوربین عبور می‌دهد. سوراخ‌های کوچک و چهارگوش دو لبه‌ی فیلم به این منظور تعبیه شده‌اند که فیلم با سرعتی یکنواخت و مناسب از مقابل لنز عبور کند.



▲ سینمای پرده گسترده
فیلم‌های اکشن (حادثه‌ای) وقتی روی پرده‌ی بسیار بزرگ سینمای پرده گسترده تماشا شوند، هیجان انگیزتر و خاطره انگیزتر خواهند بود. این صحنه آن‌قدر بزرگ است که حوزه‌ی دید شما را کاملاً پر می‌کند و به‌سادگی افراد و دیگر چیزهای اطرافتان را به‌دست فراموشی می‌سپارید. و به همین دلیل به‌شدت تحت تأثیر حرکات روی پرده قرار می‌گیرید.

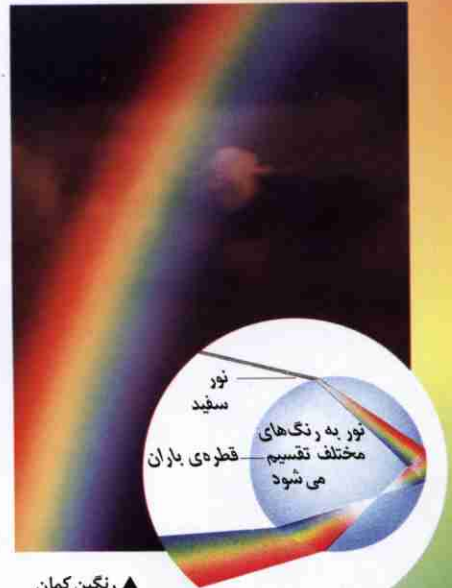


▲ استودیوی صدا
اغلب صدای فیلم‌ها را همزمان با فیلمبرداری صحنه‌ها ضبط می‌کنند. اما صداها ممکن است نیاز باشد در یک استودیوی ضبط، مانند این استودیو، ویرایش و اصلاح شود. وظیفه‌ی صداپرداز این است که صداها دقیقا همگام و همزمان با تصاویر باشند. مسئولیت افزودن موسیقی به فیلم نیز از وظایف صدابردار است.

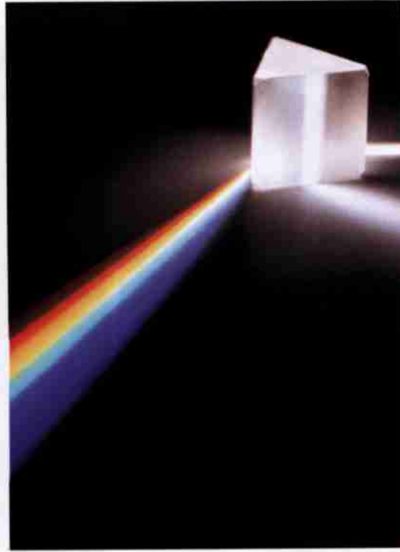
نیز نگاه کنید به ◀◀ ضبط و بازسازی صدا ۱۰۸-۱۰۹ • دوربین ۱۱۸-۱۱۶ • الکترونیک ۱۴۰-۱۴۱

رنگ

در یک روز آفتابی، دنیا به‌نظر روشن و رنگارنگ می‌آید چون چشمان ما می‌توانند تفاوت طول موج‌های نور را به‌صورت رنگ‌های مختلف تشخیص دهند. بعضی جانوران از عهده‌ی این کار برنمی‌آیند و دنیایشان بی‌رنگ است. نور آفتاب در چشم ما سفید یا زرد جلوه می‌کند اما در واقع مخلوطی از بسیاری رنگ‌های مختلف است. نور رنگی یکی از چیزهایی است که ظاهر اشیاء را متفاوت از یکدیگر می‌کند. گوجه فرنگی از آن نظر قرمز به‌نظر می‌رسد که نور قرمز را به‌چشمان ما باز می‌تاباند در حالی‌که سیب سبز به‌دلیل بازتاب نور سبز، به آن رنگ دیده می‌شود.



▲ رنگین‌کمان
رنگ‌های این رنگین کمان در اثر عبور نور آفتاب از قطرات باران به‌وجود آمده‌اند. وقتی آفتاب به قطره‌ی باران می‌تابد، قطره‌ی کوچک باعث می‌شود که نور سفید به رنگ‌های مختلف تجزیه شود. با وجودی که رنگین‌کمان از زمین به‌صورت نیم‌دایره دیده می‌شود اما اگر از داخل هواپیما به آن نگاه کنید به‌صورت یک دایره‌ی کامل به‌نظر می‌رسد.

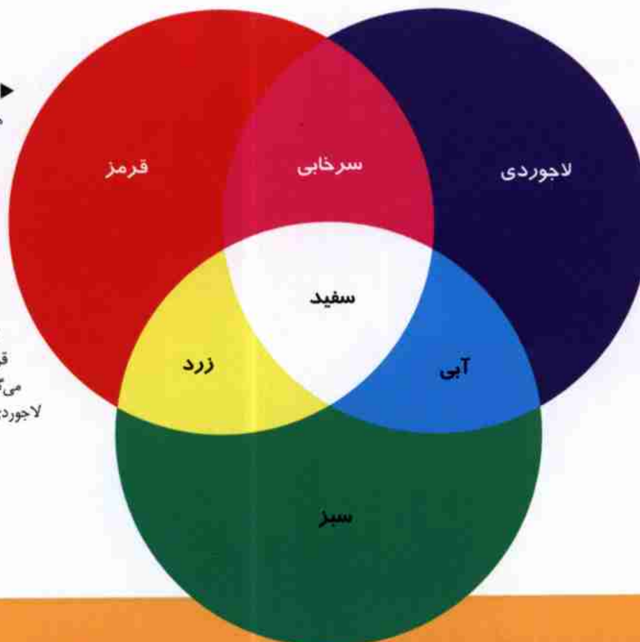


▲ تجزیه‌ی نور
وقتی نور سفید به یک منشور شیشه‌ای بتابد، در منشور می‌شکنند و رنگ‌های مختلف نور براساس طول موج‌هایشان از هم جدا می‌شوند. منشور نور آبی را که طول موج کوتاه‌تری دارد بیش‌تر می‌شکند و رنگ قرمز که کوتاه‌ترین طول موج را دارد کم‌تر از همه دچار انحراف می‌شود و رنگ‌های دیگر در فاصله‌ی بین آن دو قرار می‌گیرند. آنچه در سمت دیگر منشور به‌وجود می‌آید طیف رنگ نامیده می‌شود



▲ غروب آفتاب
در طلوع و غروب خورشید، که خورشید در پایین‌ترین قسمت افق قرار دارد، آسمان سرخ رنگ به‌نظر می‌رسد. در این دو وقت، نور خورشید پس از عبور از لایه‌ی ضخیمی از جو به زمین و آسمان بالای سر ما می‌رسد. ذرات پراکنده در جو بخش آبی نور خورشید را از زمین دور می‌کنند. نور خورشید به‌نظر قرمز می‌آید زیرا رنگ آبی از آن حذف شده است.





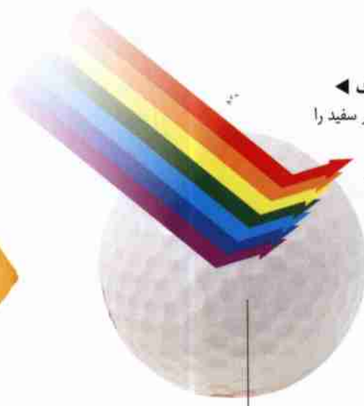
▶ نور سفید
همانطور که منشور می‌تواند نور سفید را به رنگ‌های مختلف تجزیه کند، با افزودن نورهایی به رنگ‌های مختلف نیز می‌توان نور سفید را به وجود آورد. اگر سه چراغ قوه نورهایی به رنگ‌های قرمز، آبی و سبز را روی یک نقطه متمرکز کنند، رنگ هــا با یکدیگر ترکیب شده و نور سفید به‌وجود می‌آید. در جایی که نورهای قرمز و سبز روی هم افتاده‌اند رنگ زرد ظاهر می‌شود. وقتی نور قرمز و آبی مخلوط شوند به‌رنگ حاصل سرخابی می‌گوییم و از اختلاط رنگ‌های آبی و سبز، رنگ لاجوردی به‌وجود می‌آید.

▶ طیف رنگ
نور سفید از تعداد بی نهایت رنگ‌های مختلف، از بنفش در یک انتها تا قرمز در انتهای دیگر، تشکیل شده است. این نوار رنگ‌های مرئی را طیف می‌گویند. نور در انتهای آبی نسبت به انتهای قرمز طول موج کوتاه‌تر و فرکانس بالاتر دارد. بیش‌تر مردم فقط قادر به مشاهده‌ی هفت رنگ متمایز در طیف می‌باشند که عبارتند از: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، لاجوردی و بنفش.

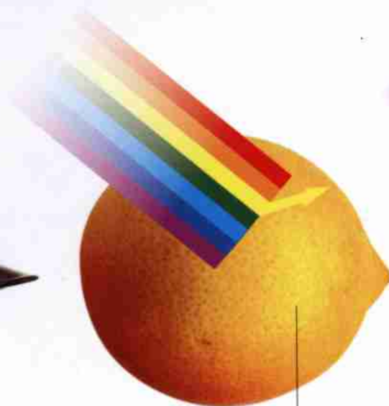
قرمز
نارنجی
زرد
سبز
آبی
لاجوردی
بنفش

مشاهده‌ی رنگ ◄

اجسام از آن جهت رنگی به‌نظر می‌رسند که رنگ‌های مختلف نور سفید را جذب یا منعکس می‌کنند. توپ گلف به این دلیل سفید دیده می‌شود که تمام طول موج‌های نوری را که بر آن می‌تابد منعکس می‌کند. لیمو تمام طول موج‌ها به جز زرد را جذب می‌کند و فقط رنگ زرد را منعکس می‌کند. کلاه ایمنی سیاه رنگ، تمام طول موج‌های نور را جذب کرده و هیچ یک را منعکس نمی‌کند و به‌همین دلیل تاریک به‌نظر می‌آید.



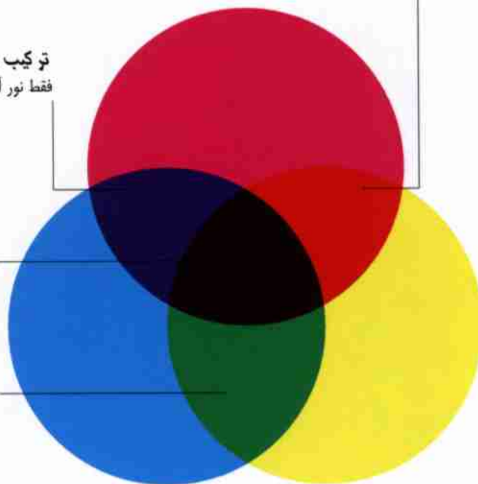
توپ سفید رنگ گلف تمام رنگ‌های نور سفید را منعکس می‌کند



لیمو زرد است چون رنگ زرد را منعکس و بقیه‌ی رنگ‌ها را جذب می‌کند



کلاه ایمنی سیاه تمام رنگ‌ها را جذب می‌کند و هیچ کدام از رنگ‌ها را منعکس نمی‌کند



رنگدانه‌های سرخابی و زرد وقتی با هم مخلوط می‌شوند فقط نور قرمز منعکس می‌شود

ترکیب سرخابی و لاجوردی فقط نور آبی منعکس می‌کند

هر سه رنگدانه در اختلاط با یکدیگر فقط نور سیاه مایل به قهوه‌ای منعکس می‌کنند

ترکیب لاجوردی و زرد نور سفید را باز می‌تاباند

▲ اختلاط رنگ‌ها

جوهرها و مرکب‌های رنگی (که گاه رنگدانه نیز نامیده می‌شوند) در اختلاط با یکدیگر به‌شیوه‌ای کاملاً متفاوت از نورهای رنگی عمل می‌کنند. هر رنگدانه نور متفاوتی را منعکس می‌کند. وقتی دو رنگدانه با رنگ‌های مختلف مخلوط می‌شوند، تعداد رنگ‌هایی که منعکس می‌کنند کاهش می‌یابد. وقتی سه رنگدانه مخلوط شوند، ترکیب آن‌ها هیچ رنگی را منعکس نمی‌کند و سیاه مایل به قهوه‌ای به‌نظر می‌آید.



لاجوردی



سرخابی



زرد



سیاه

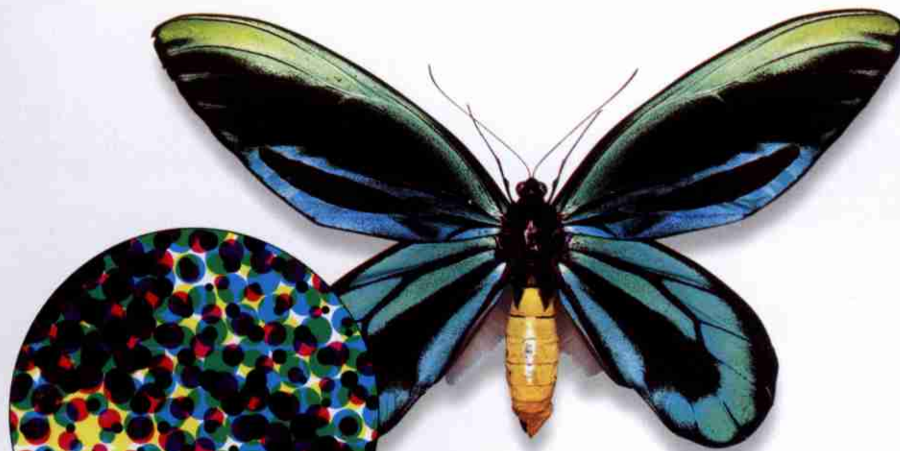
▲ چاپ رنگی

تصاویر رنگی این کتاب با چهار بار چاپ ایجاد شده‌اند. در هر چاپ، یکی از رنگ‌ها اضافه شده است. هر رنگی را می‌توان با ترکیب مقادیر صحیح سه جوهر یا مرکب رنگی سرخابی، لاجوردی و زرد به‌وجود آورد. با اختلاط این سه رنگ به‌سختی می‌توان به‌رنگ سیاه واقعی دست یافت و به‌همین دلیل است که در چاپ مرکب سیاه نیز اضافه می‌شود.



▲ فیلتر آبی

این عکس با دوربینی گرفته شده که به یک فیلتر نور آبی مجهز بوده است. گل های سفید و زرد به آبی کمرنگ تبدیل شده اند چون فیلتر نور آبی مانع از عبور نور ضعیف قرمز و سبز شده است. گل‌های سرخ آتشین به گل‌های آبی تیره تبدیل شده‌اند چون فیلتر نور آبی، نور قرمز را جذب کرده است. فیلتر همچنین مانع از رسیدن نور سبز برگ ها به دوربین شده است.

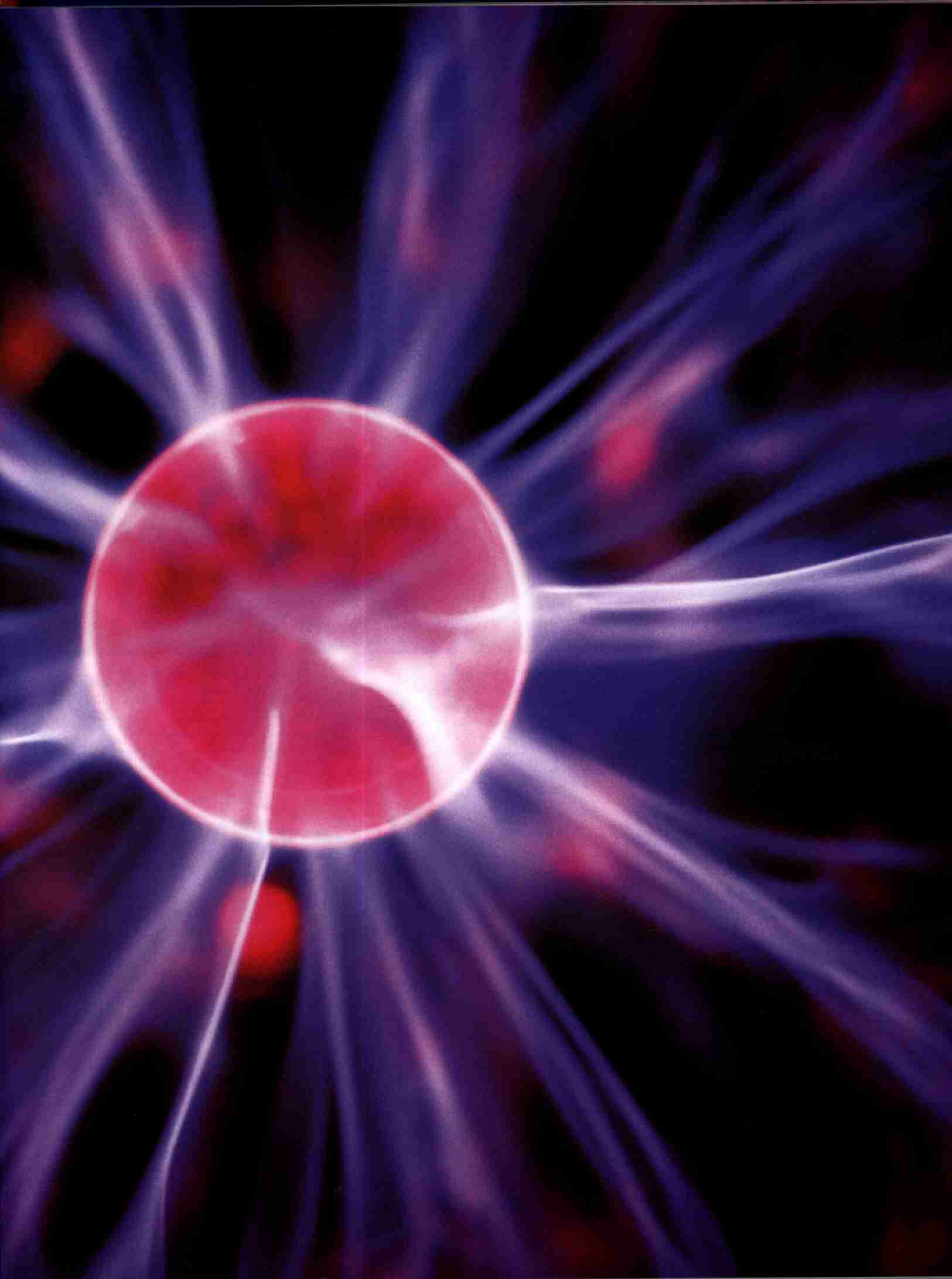


نقطه‌ها (ترام‌ها)ی بزرگ‌نمایی شده

نقطه‌های رنگ ◄

اگر به عکس‌های رنگی این کتاب به‌دقت نگاه کنید شاید بتوانید ببینید که آن‌ها از نقطه‌های بسیار ریز به رنگ‌های لاجوردی، سرخابی، زرد و سیاه تشکیل شده‌اند. این شیوه‌ی چاپ رنگ را جدا سازی یا تفکیک رنگ‌ها می‌گویند. هر رنگ یا سایه‌ی خاکستری را می‌توان با استفاده از نقطه‌ها (ترام‌ها)ی این چهار رنگ چاپ کرد. چشم‌ها و مغز انسان نقطه‌ها را در یکدیگر ادغام می‌کند و ما تصویر را به رنگ‌های طبیعی می‌بینیم.

نیز نگاه کنید به ◄◄ امواج انرژی ۹۸-۹۹ • شکست ۱۱۴ • دوربین ۱۱۸-۱۱۹



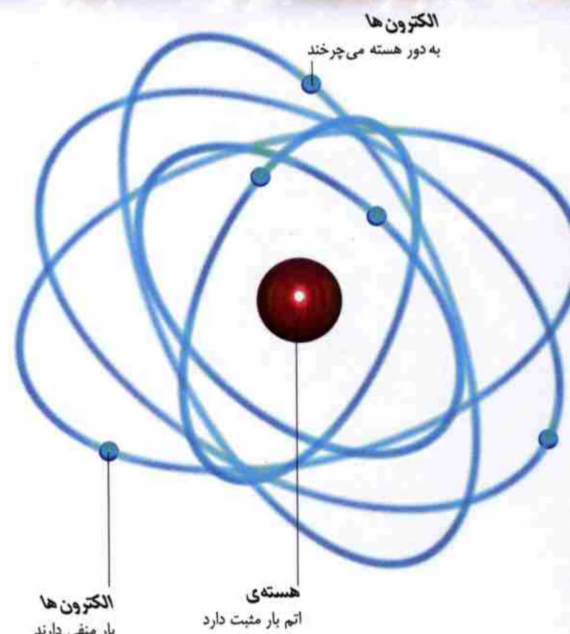
الکتریسیته و مغناطیس

الکتریسیته	۱۲۶
مدارها	۱۲۸
رساناها	۱۳۰
توزیع الکتریسیته	۱۳۱
مغناطیس	۱۳۲
الکترومغناطیس	۱۳۴
موتورهای الکتریکی	۱۳۶
ژنراتورها	۱۳۷
الکترونیک	۱۳۸
الکترونیک دیجیتال	۱۴۰
میکروالکترونیک	۱۴۲
رادیو	۱۴۳
تلویزیون	۱۴۴
ویدیو	۱۴۵
مخابرات راه دور	۱۴۶
مخابرات همراه	۱۴۷
رایانه	۱۴۸
شبکه‌های رایانه‌ای	۱۵۰
ابررایانه‌ها	۱۵۱
اینترنت	۱۵۲
روبات‌ها	۱۵۴
هوش مصنوعی	۱۵۶
فناوری نانو	۱۵۷

نیروی عظیم ◄
الکتریسیته یکی از نیروهای اصلی طبیعت است و صاعقه نشان می‌دهد که تا چه اندازه نیرومند است. صاعقه زمانی رخ می‌دهد که جریان‌های نیرومند هوا بارهای مثبت و منفی الکتریکی را از هم دور می‌کنند. این امر تنش عظیمی ایجاد می‌کند که در نهایت، به‌صورت جرقه‌ی بسیار بزرگی که توسط **الکتریسیته‌ی ساکن** به‌وجود آمده است، آزاد می‌شود. الکتریسیته می‌تواند مرگبار باشد ولی مهندسین قادرند نیروی عظیم آن را کنترل کنند که یکی از موارد استفاده‌ی آن روشنایی شهرها است.

الکتریسیته

الکتریسیته چیزی نیست که بتوانید در یک باتری بخرید. یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی جهان است. همه‌ی چیزهای اطراف ما از اتم‌های غیرقابل مشاهده تشکیل شده‌اند و اتم‌ها ذراتی دارند که بار الکتریکی حمل می‌کنند. بار الکتریکی می‌تواند منفی یا مثبت باشد. ذراتی که بار همسان دارند همدیگر را دفع می‌کنند و ذراتی که بارهایشان مخالف یکدیگر است همدیگر را جذب می‌کنند. در اثر حرکت بارها یک جریان **الکتریسیته‌ی جاری** به‌وجود می‌آید که دنیای امروزی به‌شدت به آن وابسته است.



◄ درون اتم
همه‌ی چیزهای جهان از اتم‌ها تشکیل شده‌اند و اتم‌ها توسط بار الکتریکی در کنار یکدیگر باقی می‌مانند. در داخل یک اتم الکترون‌ها، که بار منفی دارند، دور هسته‌ای که بار مثبت دارد می‌چرخند. بارهای مثبت و منفی جذب یکدیگر می‌شوند و به‌همین دلیل، به‌ندرت اتفاق می‌افتد که الکترون‌ها از مدار خود به‌دور هسته خارج شوند. از آنجا که بارها یکدیگر را خنثی می‌کنند، اتم در حالت یکپارچه از نظر الکتریکی خنثی است.

گوی فلزی
در مرکز این کره‌ی پلاسما دارای بار الکتریکی می‌شود

الکتریسیته در داخل کره‌ی پر شده از گاز به‌سمت دیواره‌ی شیشه‌ای حرکت می‌کند

پلاسمای نورانی ◄
این گوی پلاسما اثرات حیرت‌انگیز و زیبای الکتریسیته‌ی ساکن را نشان می‌دهد. گوی فلزی وسط آن بار الکتریکی با ولتاژ بسیار بالا دریافت می‌کند که موجب فشار الکتریکی در گاز درون گوی- که فشار اندکی دارد- می‌شود. این عمل اتم‌های گاز را از هم می‌شکافد و ذراتی به‌وجود می‌آید که بار الکتریکی را به‌سمت دیوار بیرونی منتقل می‌کنند. وقتی ذرات دوباره به‌یکدیگر می‌پیوندند تا اتم‌ها دوباره کامل شوند، نور شدیدی ایجاد می‌شود.

الکتریسیته‌ی ساکن

به‌ندرت متوجه الکتریسیته‌ی اطراف خود می‌شویم چون بارهای مثبت و منفی معمولاً در تعادل با یکدیگر قرار دارند. اما وقتی دو شیء در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، الکترون‌ها ممکن است بین آن‌ها نوسان کنند که باعث می‌شود هر یک از دو شیء دارای بار ساکن شوند. به‌عنوان مثال، هنگام شانه‌کردن مو، الکترون‌ها از موها به شانه منتقل می‌شوند و مو دارای بار مثبت می‌شود که حالت سیخ سیخ به‌خود می‌گیرد و حتی ممکن است جرقه هم بزنند.



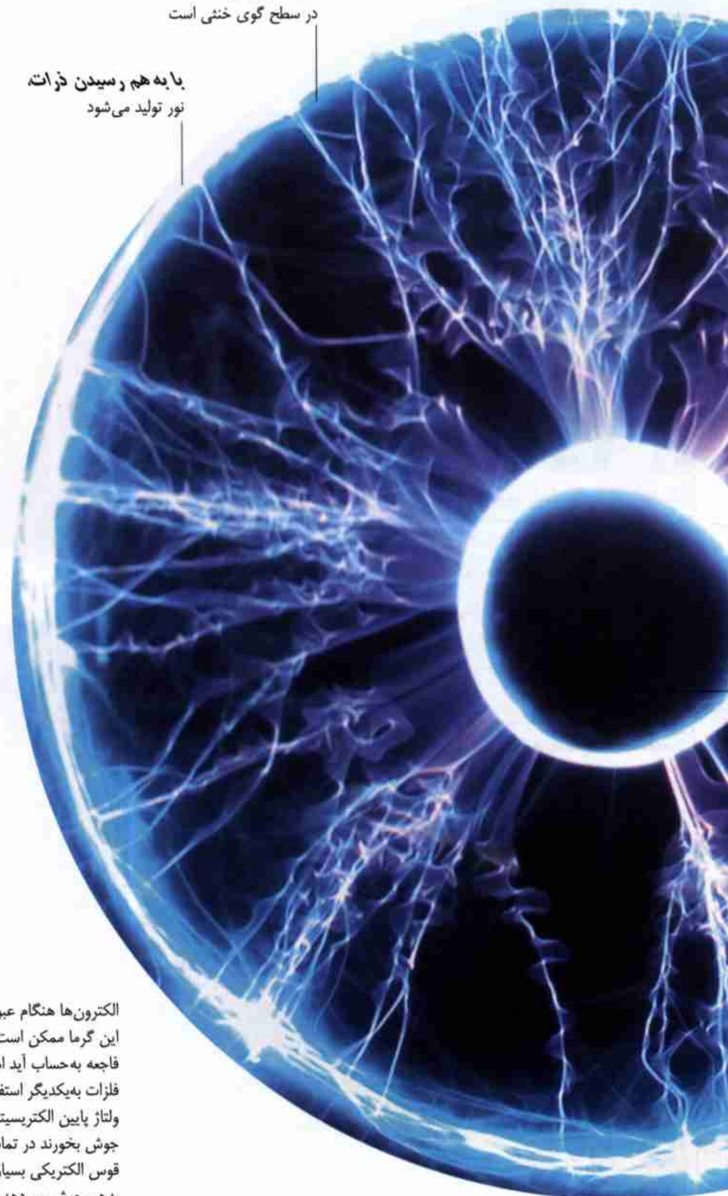
◄ القای الکتریسیته‌ی ساکن
اشیاء دارای بار الکتریکی جذب اشیاء بدون بار می‌شوند. این اثر را القای الکتریسیته‌ی ساکن می‌گویند که از آن در اسپری کردن رنگ استفاده می‌شود. جسمی که باید رنگ شود به زمین متصل می‌شود تا بار الکتریکی نداشته باشد. رنگ توسط دستگاه رنگپاش دارای بار الکتریکی می‌شود و اثر القای الکتریسیته‌ی ساکن، رنگ را جذب چیزی می‌کند که باید رنگ شود و همه‌ی قسمت‌ها حتی پشت جسم نیز رنگ می‌شود.





الکتریسیته‌ی جاری

الکتریسیته‌ی ساکن متکی به عدم توانایی الکترون‌ها در حرکت آزادانه است و بارالکتریکی در درون جسم محبوس می‌شود. اما در بعضی مواد - عمدتاً فلزات- الکترون‌ها می‌توانند آزادانه حرکت کنند و الکتریسیته‌ی جاری به‌وجود آورند. جریان الکتریکی مقدار باری است که در هر ثانیه از یک نقطه‌ی مشخص عبور می‌کند. در بیش‌تر جریان‌ها الکترون‌ها کندتر از یک حلزون حرکت می‌کنند.





▲ نمایش الکتریکی
در یک کنسرت موسیقی راک مقادیر زیادی الکتریسیته توسط جریان‌های کوچک الکتریکی در میکروفن‌ها کنترل می‌شود و صداهای کرکننده را تولید می‌کند. در ایجاد نورهای خیره کننده‌ی صحنه و تصاویر بزرگ خواننده‌ها که توسط سیگنال‌های الکتریکی در بالای صحنه ایجاد شده‌اند نیز الکتریسیته به‌کار می‌رود. تمامی این نمایش توسط رایانه‌های الکتریکی کنترل و برگزار می‌شود.



گرمای الکتریکی ◄
الکترون‌ها هنگام عبور از یک فلز- مثل مس- آن را داغ می‌کنند. این گرما ممکن است حتی فلز را ذوب کند. این امر ممکن است فاجعه به‌حساب آید اما نه زمانی که از این فرایند برای جوش‌دادن فلزات به‌یکدیگر استفاده می‌شود. در جوشکاری، یک میله که به منبع ولتاژ پایین الکتریسیته وصل است با دو قسمت فلزی که باید به‌هم جوش بخورند در تماس قرار می‌گیرد. با تبخیر نوک میله، یک قوس الکتریکی بسیار درخشان تولید می‌شود که دو قطعه را به‌هم جوش می‌دهد. جوشکاری قوسی حتی در زیر آب نیز امکان‌پذیر است تا بتوان لوله‌ها و سکوهای نفتی را تعمیر کرد.

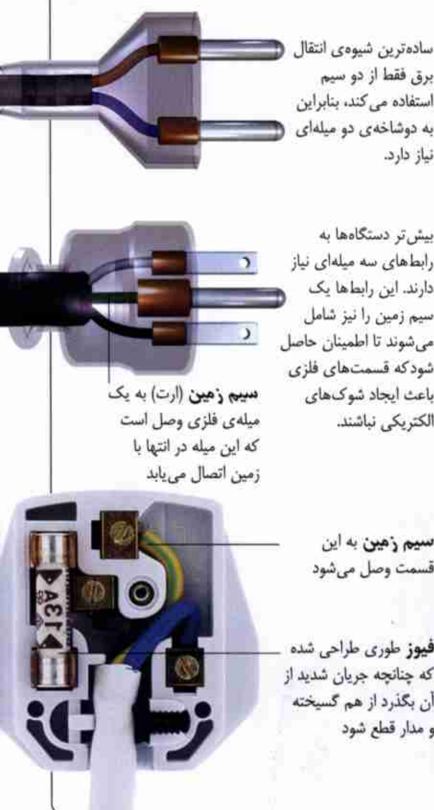
نیز نگاه کنید به ◄◄ اتم‌ها ۲۴-۲۵ • فلزات ۳۴-۳۵ • گرما ۸۰-۸۱ • نور ۱۱۰-۱۱۱ • مدارها ۱۲۸-۱۲۹

مدارها

مدار الکتریکی مسیری است که الکتریسته می‌تواند در آن جریان یابد تا کاری انجام شود. جریان توسط یک منبع نیرو، مانند **باتری**، ایجاد می‌شود. این جریان یک فشار الکتریکی به‌نام ولتاژ به‌وجود می‌آورد که الکترون‌ها را در طول سیم به جلو می‌راند. مدارها بر دو نوعند. در یک مدار سری، یک جریان مشخص در تمام قسمت‌های مدار (سیم‌ها و لامپ‌ها و غیره) جاری است. در یک مدار موازی ولتاژی که به‌تمام اجزاء می‌رسد ثابت است.

حفاظت از مدارها

فیوزها سیم‌ها را در مقابل جریان‌های بیش از حدی که می‌توانند آن‌ها را بسوزانند محافظت می‌کند. فیوز رشته سیم نازکی در یک محفظه‌ی بسته است. اگر جریانی بیش از حد به فیوز برسد، رشته سیم ذوب می‌شود و مدار را قطع می‌کند. در مواردی که پوشش فلزی یک دستگاه به‌طور تصادفی به منبع الکتریسته وصل باشد، داشتن سیم زمین مانع از ایجاد شوک الکتریکی و برق‌گرفتگی می‌شود. در این حالت جریان به‌جای این که به بدن کسی که با دستگاه تماس برقرار کرده است وارد شود به طرف زمین رانده می‌شود.



ساده‌ترین شیوه‌ی انتقال برق فقط از دو سیم استفاده می‌کند، بنابراین به دوشاخه‌ی دو میله‌ای نیاز دارد.

بیش‌تر دستگاه‌ها به رابط‌های سه میله‌ای نیاز دارند. این رابط‌ها یک سیم زمین را نیز شامل می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که قسمت‌های فلزی باعث ایجاد شوک‌های الکتریکی نباشند.

سیم زمین (ارت) به یک میله‌ی فلزی وصل است که این میله در انتها با زمین اتصال می‌یابد

سیم زمین به این قسمت وصل می‌شود

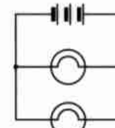
فیوز طوری طراحی شده که چنانچه جریان شدید از آن بگذرد از هم گسیخته و مدار قطع شود

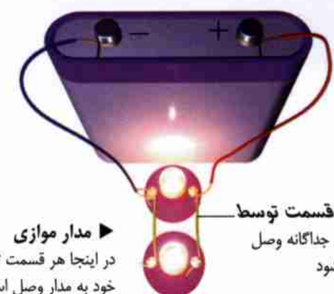
▼ الکتریسته در خانه

امروزه خانه‌ها به شدت به مدارهای الکتریکی وابسته‌اند. این مدارها نیروی برق را به دستگاه‌های الکتریکی از قبیل یخچال، تلویزیون، رادیو و غیره می‌رسانند. الکتریسته تأمین‌کننده‌ی گرما و نور نیز می‌باشد. اگر یک جریان الکتریکی از ماده‌ای که دارای مقاومت می‌باشد عبور کند انرژی الکتریکی به گرما تبدیل می‌شود که حاصل آن ممکن است درخششی سرخ گونه باشد که در بخاری، اجاق برقی و غیره مورد استفاده است و یا درخشش سفید داشته باشد که نورلامپ روشنایی را تأمین می‌کند.



نمودار مدار موازی



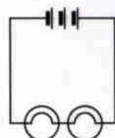


هر قسمت توسط سیم جداگانه وصل می‌شود

▶ مدار موازی

در اینجا هر قسمت توسط سیم خاص خود به مدار وصل است لذا ولتاژ تمام قسمت‌ها یکسان خواهد بود ولی هر قسمت جریان متفاوتی را دریافت می‌کند. به این ترتیب، اگر یکی از اجزا را از مدار خارج کنیم تأثیری بر اجزای دیگر نمی‌گذارد.

نمودار مدار سری

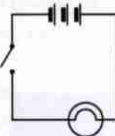


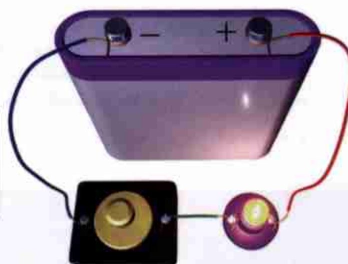


▲ مدار سری

در این مدار همه‌ی اجزا با یک حلقه سیم به یکدیگر وصل هستند. بنابراین جریانی که در آن‌ها جاری می‌شود ثابت است. هیچ عنصری با دو سیم به دو طرف باتری وصل نیست و به همین دلیل ولتاژ هر یک از اجزا متفاوت است. اگر یکی از اجزا از مدار خارج شود مدار قطع می‌شود. چراغ‌های رشته‌های چراغانی به‌صورت سری بسته می‌شوند و اگر یک لامپ قطع شود همه‌ی رشته خاموش می‌شود.

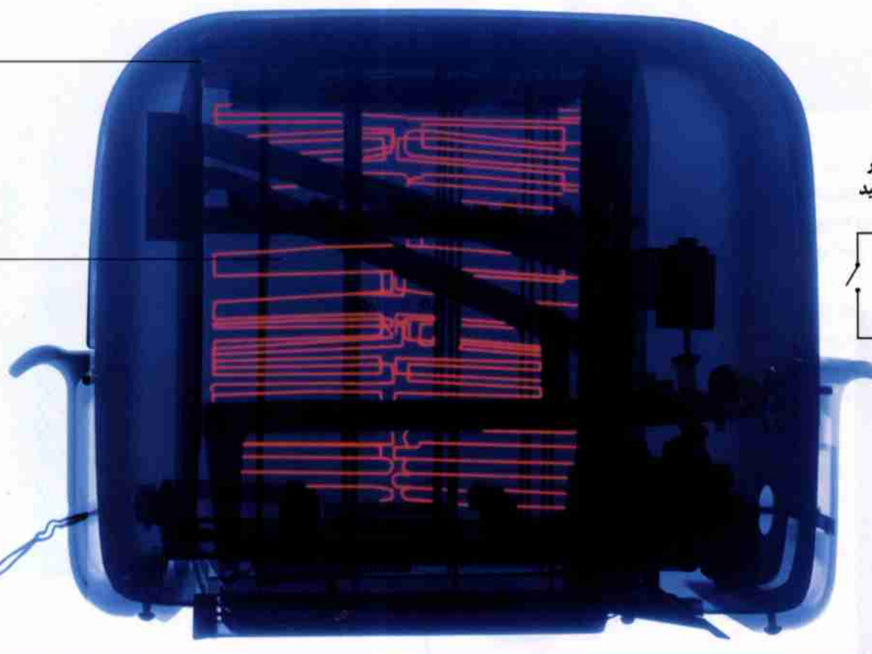
نمودار مدار مجهز به کلید





▲ کنترل جریان

الکتریسته را می‌توان در مدارها کنترل کرد تا کار خاصی را انجام دهد. ساده‌ترین کنترل الکتریکی کلید است. کلید لامپ معمولی وسیله‌ای است که جریان برق به داخل مدار را قطع می‌کند و لامپ را خاموش می‌کند. اگر کلید وجود نداشت لامپ به‌طور پیوسته روشن می‌ماند. رایانه‌ها از میلیون‌ها کلید و سویچ کنترل الکترونیکی برخوردارند.



قطعه‌ی نان برشته توسط فنری که با الکتریسته کنترل می‌شود به‌بیرون پرتاب می‌شود

پوشش بیرونی توستر طوری طراحی شده که خنک بماند

المان انرژی الکتریکی را به گرما تغییر می‌دهد

سیم‌ها انرژی را به‌دستگاه می‌رسانند

باتری

باتری انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. باتری شامل یک یا چند سلول (خانه) است که هر سلول دارای دو الکترود (قطعه‌ای فلزی یا از جنس‌دیگر) و ماده‌ای‌شیمیایی به‌نام الکترولیت است که الکترون‌ها بین آنها حرکت می‌کنند. جنس دو الکترود با یکدیگر متفاوت است تا یکی از آن‌ها الکترون‌های بیش‌تری نسبت به دیگری دریافت کند. الکترون‌های اضافی می‌توانند در مداری که به باتری وصل است به‌صورت یک جریان الکتریکی جاری شوند. برای کارهای مختلف از باتری‌های مختلف استفاده می‌شود. بعضی مثل باتری‌های چراغ قوه را می‌توان فقط یک بار مصرف کرد. بعضی دیگر، از جمله باتری‌های نیکل- کادمیم و باتری‌های اتومبیل را می‌توان شارژ و دوباره استفاده کرد.

الکترود اکسید روی

اسید سولفوریک (الکترولیت) الکترون‌ها را منتقل می‌کند

الکترود سرب خالص

▲ **درون یک باتری اتومبیل**
باتری اتومبیل را می‌توان سال‌ها به‌وسیله‌ی دینام اتومبیل شارژ و استفاده کرد. باتری جریان نیرومند مورد نیاز برای روشن شدن اتومبیل را نیز تأمین می‌کند. الکترودهای آن از جنس سرب و اکسید سرب هستند که در اسید سولفوریک رقیق قرار می‌گیرند.



اله ساندرو ولتا
ایتالیایی، ۱۷۴۵-۱۸۲۷
ولتا دانشمند ایتالیایی در سال ۱۸۰۰ اولین باتری را که ستونی از صفحات نقره و روی بود که با ورقه‌های مقوایی خیس شده در آب نمک غلیظ از یکدیگر جدا می‌شدند، ساخت. دوستش لوئیجی گالوانی متوجه شده بود که وقتی پای قورباغه با دو فلز مختلف تماس برقرار کند به شدت دچار پرش می‌شود. گالوانی ابتدا فکر کرد که قورباغه است که این اثر الکتریکی را تولید می‌کند . اما ولتا نشان داد که فلزات عامل این اثر هستند.



◀ **باتری چراغ قوه**
باتری‌های امروزی محفظه‌ای فولادی به دور لایه‌ای از دی اکسید منگنز و یک هسته‌ی متشکل از پودر روی هستند که هر دو با یک الکترولیت قلیایی قوی پوشانده شده‌اند. دی اکسید منگنز الکترون‌هایش را به روی می‌دهد. الکترون‌ها از طریق یک جمع آورنـــده به‌سمت قطب منفی باتری می‌روند. وقتی تمام ماده‌ی شیمیایی مصرف شود، جریان نیز قطع می‌شود.

مقاومت

الکترون‌ها در عبور از سیم به اتم‌های فراوانی برخورد می‌کنند که از سرعت آن‌ها می‌کاهند و باعث می‌شوند مقداری انرژی از دست بدهند. این اثر را مقاومت می‌گوییم. مقاومت مقدار جریانی را که می‌تواند در هر ولتاژ خاص جاری شود محدود می‌کند. انرژی از دست رفته توسط الکترون‌ها سیم را داغ می‌کند- گاه آن قدر داغ که یک اتاق را روشن می‌کند.

فیلامان - رشته سیم نازک به‌صورت حلقه‌ی مارپیچ

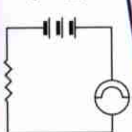
میله‌های نگهدارنده‌ی فیلامان

پایه‌ی شیشه‌ای حاوی یک فیوز

قاعده‌ی برنجی لامپ که به منبع الکتریسیته وصل می‌شود

لامپ روشنایی◀
در داخل لامپ رشته سیم نازکی که به‌صورت حلقه و مارپیچ است تا کوتاه‌تر و ضخیم‌تر به‌نظر آید قرار دارد. این رشته سیم که به آن فیلامان می‌گوییم در چراغ‌های روشنایی از جنس تنگستن است که فلزی است با درجه‌ی ذوب بسیار بالا و در نتیجه قادر به تحمل دماهای بالا می‌باشد. یک لامپ ۶۰ واتی مقاومتی برابر با ۸۸۲ اهم دارد که در اتصال با یک منبع ۲۳۰ ولتی قادر است جریانی به‌شدت ۰/۲۶ آمپر را از خود عبور دهد.

نمودار مدار حاوی مقاومت





▲ **مقاومت و کار**
جریان الکتریکی فقط زمانی کار انجام می‌دهد که با مقاومت روبه رو شود و در پایان فقط گرما تولید می‌کند، اما در مسیرخود ممکن است کار جالب‌تری - مانند پخش موسیقی- نیز انجام دهد. این مقاومت ۳۳ اهمی جریانی مشابه جریان یک رادیوی کوچک دستی دارد.

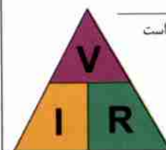
اصطلاحات و نمادهای جریان

ولتاژ - فشار الکتریکی که جریان را در مدار جاری می‌سازد. ولتاژ را بین دو نقطه، که یکی از آن‌ها اغلب سطح زمین است، اندازه گیری می‌کنند. واحد: ولت؛ نماد: V.
یک باتری قلیایی حدود ۱/۴ ولت برق دارد

جریان - حرکت بار الکتریکی در طول مدار. جریان را به‌صورت باری که در هر ثانیه از یک نقطه می‌گذرد اندازه گیری می‌کنند. واحد: آمپر؛ نماد: A .
استارت اتومبیل به جریانی با شدت ۲۰۰ آمپر نیاز دارد.

مقاومت - نیرویی که در مدار با جریان الکتریسیته مقابله می‌کند. مقدار آن برابر با ولتاژ تقسیم بر شدت جریان است. واحد: اهم؛ نماد: Ω .
لامپ کوچک یک چراغ قوه مقاومتی حدود ۲ اهم دارد.

توان (قدرت) نرخ مصرف یا آزادسازی انرژی در یک مدار. مقدار آن برابر با ولتاژ ضربدر شدت جریان است. واحد: وات؛ نماد: W.
یک قطار برقی حدود ۳ میلیون وات (۳ مگاوات) برق مصرف می‌کند.



قانون اهم (گئورگ اهم فیزیکدان آلمانی) - جریان در یک مدار برابر است با ولتاژ تقسیم بر مقاومت آن.
مثلث رو به رو رابطه‌ی این سه عامل را نشان می دهد.
$R \times I = V$ ، $R + V = I$ ، $I + V = R$.
که در آن، V (ولتاژ) ، I (جریان)، و R (مقاومت) است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ هادی‌ها ۱۳۰ • اتم ۲۶-۲۵ • الکترونیک ۱۳۸-۱۳۹ • رایانه ۱۴۸-۱۴۹

رسانا‌ها



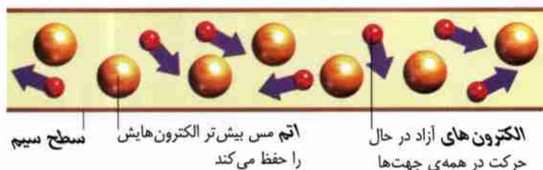
گئورگ اهم
آلمانی، ۱۷۸۹-۱۸۵۴
اهم قوانین حاکم بر جریان الکتریسیته در هادی‌ها را کشف کرد. او دریافت که دو برابر کردن ولتاژ بین دو انتهای سیم شدت جریان عبوری از سیم را دو برابر می‌کند؛ در حالی که دو برابر کردن طول سیم جریان را نصف می‌کند. مقاومت سیم متناسب با طول آن است و جریان برابر است با ولتاژ تقسیم بر مقاومت. قانون اهم در سال ۱۸۲۷ ارائه شد.

رسانا‌ها یا هادی‌ها موادی هستند که بار الکتریکی را به‌صورت یک جریان الکتریسیته از خود عبور می‌دهند. معمولاً بار توسط الکترون‌ها حمل می‌شود و هادی از جنس فلز است. فلزات هادی‌های خوبی هستند زیرا الکترون‌های بیرونی اتم‌هایشان پیوندی سست دارند و چنانچه ولتاژی برقرار شود می‌توانند در داخل فلز حرکت کنند. بعضی مواد تمام الکترون‌هایشان با پیوند محکم در مدار خود ثابت می‌مانند و این مواد الکتریسیته را به‌خوبی هدایت نمی‌کنند. چنین ماده‌ای را **نارسانا** می‌گوییم.

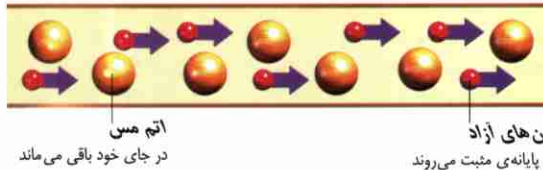


▲ **سیم سه رشته‌ای**
این سیم (بزرگ نمایی شده) از سه رشته سیم نازک مسی، که هر مجموعه در یک پوشش پلاستیکی قرار دارد، تشکیل شده است. مس رسانا برق و پلاستیک نارسانا است. این دو ماده در همکاری با یکدیگر برق را به وسایل الکتریکی می‌رسانند.

هیچ جریانی برقرار نیست



جریان برقرار است



◀ **طرز عمل رسانا‌ها**
الکترون‌های آزاد در یک رسانا در حالت عادی در تمام جهت‌ها در حرکتند. وقتی ولتاژی برقرار می‌شود، این الکترون‌ها به‌جای پرسه زدن در جهت‌های مختلف به‌سمت پایانه‌ی مثبت در این‌جا، (سمت راست) به‌حرکت در می‌آیند.



اَبَررسانا‌ها ◀
بعضی مواد، به‌نام ابرهادی‌ها، تقریباً هیچ مقاومتی در برابر جریان الکتریسیته ندارند. الکترون‌ها به شیوه‌ای سازمان یافته‌تر از رسانا‌های معمولی در آن‌ها حرکت می‌کنند. این مواد برای ساخت مغناطیس‌های الکتریکی بسیار عظیم برای اسکنر‌های پزشکی به‌کار می‌رود، اما استفاده از آن‌ها با مشکلی رو به رو است. آن‌ها فقط زمانی عمل می‌کنند که در دماهای بسیار پایین قرار داشته باشند. بالاترین دمایی که پیشرفته‌ترین ابررسانا قادر به تحمل آن است ۱۳۵- درجه سانتیگراد است.



نارسانا‌ها

نارسانا‌ها یا عایق‌ها الکتریسیته را به‌خوبی از خود عبور نمی‌دهند- بعضی اصلاً عبور نمی‌دهند. الکترون‌های آن‌ها چنان محکم به‌هم پیوند خورده‌اند که فقط زمانی جابه‌جا می‌شوند که ولتاژ بسیار بالایی بر آن‌ها عمل کند. نارسانا‌ها از عناصر حیاتی در مهندسی برق هستند و از آن‌ها برای متوقف کردن جریان الکتریسیته در جاهایی که نباید وجود داشته باشد استفاده می‌شود. فراوان‌ترین مواد، به‌جز فلزات، نارسانا هستند؛ ولی همه‌ی آن‌ها برای استفاده در مهندسی برق مناسب نیستند. قدیمی‌ترین نارسانا‌ها عبارت بودند از هوا، سفال، شیشه و لاستیک؛ که همه‌ی آن‌ها همچنان مورد استفاده‌اند؛ اما بیش‌تر نارسانا‌های امروزی را پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند.



▶ **نارسانا با ولتاژ بالا**
بعضی نارسانا‌ها باید تحت شرایط بسیار سخت و شدید عمل کنند. این نارسانا‌های دکل‌های برق باید توانایی تحمل ولتاژ ۴۴۰۰۰۰ ولت (۴۴۰ کیلوولت) را داشته باشند و بتوانند قدرت جلوگیری از نشت جریان الکتریسیته‌ی سیم‌ها به زمین، حتی در یک رگبار شدید باران، را داشته باشند. این نارسانا‌ها همچنین باید بتوانند وزن سنگین کابل‌ها را تحمل کنند. پلاستیک‌ها برای چنین کاری مناسب نیستند اما یک ماده‌ی بسیار قدیمی- سفال- به‌آسانی این شرایط را تحمل می‌کند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ فلزات ۳۴-۳۵ • پلاستیک‌ها ۲۵-۲۳ • سرامیک ۵۵ • مدارها ۱۲۸-۱۲۹ • الکترومغناطیس ۱۳۴-۱۳۵

توزیع الکتریسیته

الکتریسیته از طریق یک شبکه‌ی عظیم نیروگاه‌ها و کابل‌ها به خانه‌ها و کارخانه‌ها و غیره می‌رسد. الکتریسیته از نیازهای حیاتی زندگی امروز است. البته الکتریسیته یک منبع انرژی نیست بلکه روشی برای جابه‌جایی آن است. بیش‌تر انرژی از نفت خام، گاز و زغال سنگ یا سوخت‌های هسته‌ای به‌دست می‌آید. این منابع برای همیشه دوام نخواهند داشت و در آینده، بیش‌تر انرژی ما باید از منابع تجدیدپذیر، مثل نور خورشید و باد، تأمین شود.



▲ **مرکز کنترل شبکه**
تقاضا برای الکتریسیته از یک لحظه تا لحظه‌ای دیگر متفاوت است. الکتریسیته را نمی‌توان به‌آسانی ذخیره کرد و به‌همین دلیل، شبکه‌های توزیع باید آماده باشند تا در کم‌ترین زمان برق را به‌جایی که نیاز است هدایت کنند. مراکز کنترل، مانند مرکزی که در تصویر بالا می‌بینید، مراقب هستند که ژنراتورها (مولدها) در زمان‌های پیش‌بینی شده‌ای که نیاز به برق بیش‌تر است– مثلاً در طول یک نمایش تلویزیونی پرطرفدار – آماده به‌کار باشند.



الکتریسیته از تولید تا مصرف

نیروگاه ◄
در نیروگاه گرمای حاصل از سوخت رآکتور هسته‌ای آب را جوش می‌آورد و بخار تولید می‌کند. این بخار به توربین‌ها تغذیه می‌شود و تیغه‌های آن‌ها را به چرخش وا می‌دارد. این چرخش به ژنراتورهایی منتقل می‌شود که هر یک قادرند برق کافی برای بیست قطار برقی را تولید کنند. بخار در برج‌های بزرگ خنک می‌شود و پس از تبدیل به آب دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دکل‌های برق ◄
الکتریسیته از طریق کابل‌های فلزی بر روی دکل‌های بلند از نیروگاه به نقاط مصرف ارسال می‌شود. برقی که از نیروگاه توزیع می‌شود ولتاژ بسیار بالاتری از آنچه در خانه‌ها نیاز است دارد. هر چه ولتاژ بالاتر باشد شدت جریان کم‌تر است. در شدت جریان‌های پایین برای انتقال به کابل‌های نازک‌تری نیاز است. برای اطمینان از ایمنی در مقابل برق گرفتگی در این دکل‌ها از نارساناهای بسیار بزرگ استفاده می‌شود.

ایستگاه‌های فرعی ◄
برقی که به شهرها می‌رسد هنوز مناسب برای مصرف در خانه‌ها نیست زیرا ولتاژ آن بسیار بالاست. مبدل‌های ایستگاه‌های فرعی ولتاژ را کاهش می‌دهند. در یک ایستگاه فرعی بزرگ مانند این، ولتاژ برای مصرف شهری همچنان بالا است زیرا برق همچنان باید به گوشه و کنار شهر و مناطق روستایی نزدیک ارسال شود. در هر منطقه، ایستگاه‌های فرعی کوچک‌تر ولتاژ را به میزان نهایی برای مصرف در خانه‌ها می رسانند.

شهرها ◄
شهرهای بزرگ شبکه‌های برق پیچیده‌ای با کیلومترها کابل و تعداد فراوانی ایستگاه فرعی دارند تا برق هزاران خانه و ساختمان تأمین شود. برخی شهرها، مثل توکیو در ژاپن که زلزله ممکن است به کابل‌های زیرزمینی آسیب برساند، از کابل‌های هوایی استفاده می‌کنند. اما در بیش‌تر شهرها برق از طریق کابل‌های بزرگ زیر زمینی توزیع می‌شود.

در خانه‌ها ◄
وقتی دکمه‌ی اجاق یا بخاری برقی را در حالت روشن قرار می‌دهیم، گرمایی که در نیروگاه به الکتریسیته تبدیل شده بود دوباره آزاد می‌شود و می‌تواند دوباره آب را به‌جوش آورد. اما برای این راحتی و رفاهی که الکتریسیته در اختیارمان می‌گذارد باید بهایی پرداخت کنیم. در واقع فقط یک سوم گرمای حاصل از سوخت در هنگام استفاده از الکتریسیته به خانه‌های ما می‌رسد. بقیه‌ی آن در طول انتقال از دست می‌رود.



الکتریسیته‌ی خورشیدی ◄
در این نیروگاه خورشیدی با استفاده از آیینه‌های بزرگ نور خورشید را روی مخازن بزرگ آب می‌تابانند تا آب به‌جوش آید و بخار حاصل ژنراتوری را به‌حرکت درآورد. هر یک متر مربع نور خورشید به اندازه‌ای برق تولید می‌کند که با آن یک شاخه‌ی بخاری برقی روشن می‌شود. اگر می‌توانستیم نیروگاه‌های خورشیدی بیش‌تری بسازیم و انرژی بیش‌تری از نور خورشید را به‌صورت الکتریسیته درآوریم امنیت خاطر بیش‌تری به‌دست می‌آوردیم و خیالمان از کمبود الکتریسیته در آینده راحت می‌شد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ انرژی ۷۶-۷۷ ● منابع انرژی ۸۶-۸۷ ● ژنراتورها ۱۳۷ ● منابع زمین ۲۴۸-۲۴۹

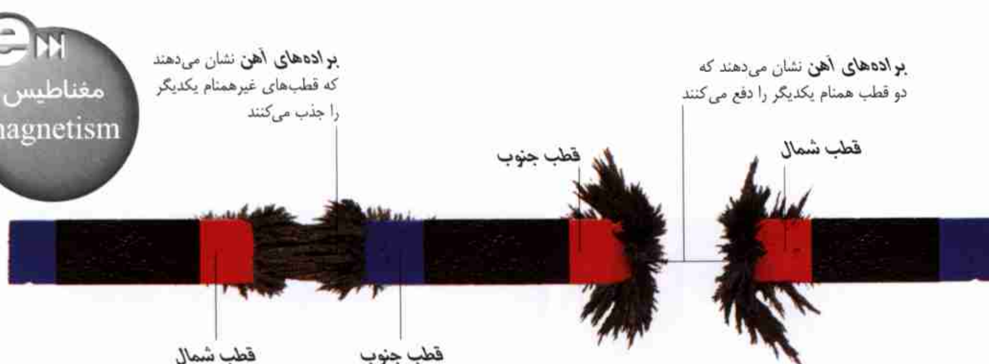
مغناطیس

مغناطیس چیزی است که توانایی جذب اشیاء ساخته شده از آهن و فولاد را به آهنربا می‌دهد. آهنربا در اطراف خود فضایی با ویژگی‌های خاص ایجاد می‌کند. این منطقه را **میدان مغناطیسی** می‌گوییم. وقتی دو آهنربا به یکدیگر نزدیک می‌شوند، میدان‌های آن‌ها نیروهایی را به‌وجود می‌آورند که دفع یا جذب می‌کنند. کره‌ی زمین یک آهنربای بزرگ است و نیرویی که میدان مغناطیسی آن بر دیگر آهنرباها وارد می‌آورد باعث می‌شود که آن‌ها در جهت شمال– جنوب قرار گیرند. از این اثر در قطب‌نمای مغناطیسی استفاده می‌شود.

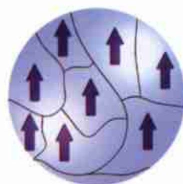


◀ لودستون (سنگ مغناطیس)
خاصیت آهنربایی اولین بار در یک سنگ طبیعی به‌نام مگنتیت یا لودستون کشف شد. ویژگی عجیب این سنگ در جذب اشیاء آهنی تقریباً ۳۰۰۰ سال قبل شناخته شده بود. قرن‌ها بعد کاشفین چینی کشف کردند که یک تکه لودستون اگر بتواند آزادانه حرکت کند همواره رو به شمال قرار می‌گیرد. این کشف منجر به‌ساخت قطب نما شد.

e ⏭ مغناطیس magnetism



▲ جذب و دفع
دو انتهای یک آهنربا همواره با یکدیگر متفاوت هستند. سمتی که رو به شمال قرار می‌گیرد – البته اگر بتواند آزادانه حرکت کند– قطب شمال نامیده می‌شود. انتهای دیگر قطب جنوب است. این قطب‌های مغناطیسی تقریباً شبیه بارهای الکتریکی عمل می‌کنند. قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب و قطب‌های همنام یکدیگر را دفع می‌کنند.


دامنه‌های مغناطیسی شده


دامنه‌های مغناطیسی نشده

▲ دامنه‌های مغناطیسی
مواد مغناطیسی از هزاران آهنربای کوچک به‌نام دامنه‌های مغناطیسی تشکیل شده‌اند. قبل از این که یک فلز آهنربا شود تمام این آهنرباهای کوچک رو به جهت‌های مختلف دارند؛ در نتیجه اثرات آن‌ها یکدیگر را خنثی می‌کند. اما یک میدان مغناطیسی می‌تواند آن‌ها را همراستا سازد تا همه‌ی آن‌ها رو به یک جهت داشته باشند و به‌این ترتیب، آن جسم یا ماده به آهنربا تبدیل می‌شود.



نگهدارنده‌ی آهنی مغناطیسی شده و به آهنربا کمک می‌کند خاصیت مغناطیسی خود را حفظ نماید

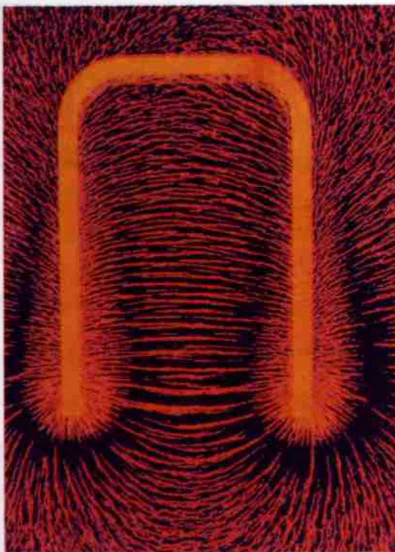
◀ شار مغناطیسی
آهنربا اغلب یک نگهدارنده‌ی آهنی دارد که به آهنربا ماندن آن کمک می‌کند. آهنربا یک شار مغناطیسی تولید می‌کند که تقریباً شبیه جریانی است که در یک مدار الکتریکی جاری می‌باشد– گرچه در آهنربا هیچ چیز حرکت نمی‌کند. شار مغناطیسی نیرومند دامنه‌های آهنربا را همراستا نگه می‌دارد. موادی که شار بالایی از خود عبور می‌دهند دارای نفوذ پذیری مغناطیسی بالایی هستند. آهن از نفوذ پذیری بالایی برخوردار است و به همین دلیل نگهدارنده‌ی خوبی به‌شمار می‌آید.

▼ مواد مغناطیسی
مغناطیسی‌ترین ماده فولاد است که آلیاژی از آهن، فلزات دیگر و کربن می باشد. آهن خالص وقتی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، خاصیت مغناطیسی به‌خود می‌گیرد اما مغناطیسی باقی نمی‌ماند. فولاد پس از مغناطیسی شدن همچنان آهنربا باقی می‌ماند.



میدان مغناطیسی

هر آهنربا توسط یک میدان مغناطیسی سه‌بعدی و نامرئی احاطه شده است. یک میدان به منطقه‌ای گفته می‌شود که چیزی از هر نقطه تا نقطه‌ی دیگر در آن تغییر کند. به عنوان مثال، در جو زمین، سرعت و جهت باد از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر متفاوت است. در یک میدان مغناطیسی قوت و جهت اثر مغناطیسی متغیر است. قوی‌ترین قسمت میدان نزدیکترین قسمت آن به آهنربا است.



▲ میدان در اطراف یک آهنربا

مایکل فارادی دانشمند انگلیسی (۱۷۹۱–۱۸۶۷) در اوایل قرن نوزدهم ایده‌ی میدان مغناطیسی را مطرح کرد. او براده‌های آهن را روی یک آهنربا پاشید و آنچه را که مشاهده شد خطوط نیرو نامید که از یک قطب به قطب دیگر کشیده شده بودند. او به این وسیله توانست بسیاری از اثرات مغناطیسی را توضیح دهد. امروزه ما خطوط نیرو را نشانگر جهت میدان و فاصله‌ی بین آن‌ها را نشان دهنده‌ی قوت میدان می‌شناسیم.



◀ قطب‌نمای مغناطیسی

این قطب‌نمای جدید سوزنی مغناطیسی دارد که قادر به چرخش است. این سوزن در راستای قطب شمال جغرافیایی زمین قرار نمی‌گیرد بلکه نوک آن به‌سمت قطب شمال مغناطیسی زمین است. این نقطه در شمال کانادا، در حدود ۱۶۰۰ کیلومتری قطب شمال قرار دارد. قطب شمال مغناطیسی در سال‌های اخیر تقریباً سالی ۴۰ کیلومتر به‌سمت شمال در حال حرکت بوده است.

میدان مغناطیسی
به‌صورت خطوط نیرو از قطب شمال (خطوط قرمز) دیده می‌شود

خطوط آبی
از قطب جنوب مغناطیسی

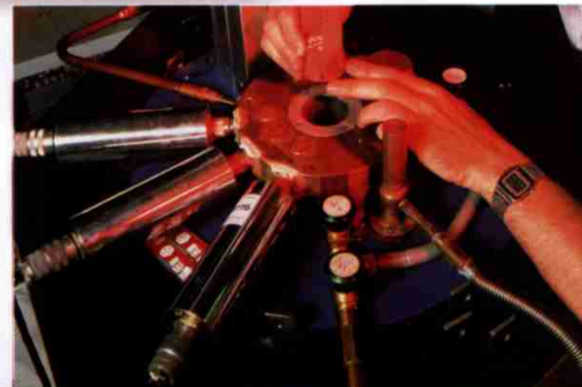
میدان مغناطیسی زمین ◀

زمین به‌صورت یک آهنربای بزرگ عمل می‌کند که میدان مغناطیسی آن (موسوم به مگنتوسفر) تا مسافت‌های زیاد در فضا ادامه دارد. زمین با وجودی که مرکزش از آهن ساخته شده است داغ‌تر از آن است که بتواند یک آهنربای دائمی باشد زیرا دماهای بالا خاصیت مغناطیسی را از بین می‌برد. احتمالاً این خاصیت مغناطیسی زمین ناشی از مواد مذاب برداری است که در داخل زمین جریان دارند.



▲ اسکن ام آر آی

ام آر آی (تصویربرداری مغناطیسی تشدیدیافته) به پزشکان امکان می‌دهد داخل بدن بیمار را مشاهده کنند. بیمار در یک آهنربای بزرگ قرار می‌گیرد و توسط امواج رادیویی اسکن می‌شود. امواج رادیویی باعث می‌شوند ملکول‌های بدن به ارتعاش درآیند. درجه‌ی ارتعاشات بستگی به نوع ملکول‌ها دارد. قسمت‌های مختلف بدن ملکول‌های مختلف دارند، لذا هر قسمت به وضوح نشان داده خواهد شد.



◀ اندازه‌گیری مغناطیس

دانشمندان میدان‌های مغناطیسی را با دستگاهی به‌نام مغناطیس سنج اندازه‌گیری می‌کنند. این دستگاه می‌تواند برای اندازه‌گیری میزان آهنربا بودن سنگ‌های باستانی نیز استفاده شود. سنگ‌ها در زمان تشکیل توسط میدان زمین مغناطیسی شده بودند. سنگ‌هایی که با یکدیگر هم عصر نیستند ممکن است در جهت‌های مخالف مغناطیسی شده باشند زیرا میدان مغناطیسی زمین به دفعات معکوس شده است. دانشمندان با کنار هم گذاشتن مشاهدات خود در نقاط مختلف زمین توانسته اند چگونگی جابه‌جایی سنگ‌ها در طول میلیاردها سال عمر زمین را مشخص کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ فلزات ۳۴-۳۵ • اتم ۲۶-۲۵ • زمین ۱۷۶ • ساختار زمین ۲۰۶-۲۰۷ • فناوری پزشکی ۳۷۴-۳۷۵

الکترومغناطیس

الکترومغناطیس ارتباط دو طرفه‌ی بین الکتریسیته و مغناطیس است. یک جریان الکتریکی میدانی مغناطیسی به‌وجود می‌آورد و یک میدان مغناطیسی در اثر تغییر جهت یک ولتاژ ایجاد می‌کند. کشف این ارتباط منجر به اختراع **ترانسفورمر** یا (دستگاه تبدیل)، موتور الکتریکی، و ژنراتور (مولد) شد. این کشف پس از ۵۰ سال تحقق و تلاش همچنین روشن کرد که ماهیت نور چیست و منجر به اختراع رادیو شد.



▲ آهنربای الکتریکی
سیم حامل جریان برق با میدانی مغناطیسی احاطه شده است. اگر سیم را به‌صورت حلقه درآوریم مجموع میدان‌های حلقه‌ها میدانی نیرومندتر ایجاد می‌کند. اگر سیم به دور یک هسته‌ی آهنی پیچیده شود، میدان باز هم نیرومندتر می‌شود. آهنربای الکتریکی می‌تواند فقط یک حلقه‌ی تنها باشد (به نام سولنوئید) و یا به‌صورت دوشاخه باشد (مانند شکل بالا).



▲ آهنربای الکتریکی در عمل
از آهنربای الکتریکی در جمع آوری قراضه‌های آهن استفاده می‌شود. وقتی جریان برقرار باشد خاصیت مغناطیسی نیرومندی ایجاد می‌شود که به جرثقیل امکان می‌دهد مقادیر زیاد آهن و فولاد را جذب و بلند کند. هنگام تخلیه، جریان قطع می‌شود و خاصیت آهنربایی از بین می‌رود و قراضه‌ها تخلیه می‌شود.



هنس کریستین اورستد
دانمارکی، ۱۷۷۷–۱۸۵۱
این دانشمند بود که اولین پیوند بین الکتریسیته و مغناطیس را نشان داد. وی در هنگام تدریس در دانشگاه کپنهاگ در ۱۸۲۰ با اتصال یک باتری به سیمی که از نزدیکی یک قطب‌نمای مغناطیسی می‌گذشت متوجه شد که سوزن قطب‌نما به‌حرکت درمی‌آید و متوجه شد که جریان الکتریسیته نیروی مغناطیسی تولید کرده است. وی این کشف انقلابی خود را در ۱۸۲۱ منتشر کرد.

بالابری مغناطیسی ◄
مسافران فرودگاه پودونگ در چین می‌توانند با سرعت ۴۳۰ کیلومتر در ساعت با قطاری که چرخ ندارد مسافرت کنند. این سیستم سریع جابه‌جایی که در آلمان اختراع شد با استفاده از آهنرباهای بزرگ الکتریکی قطار را در هوا نگه می‌دارد و یک میدان متحرک مغناطیسی حاصل از آهنرباهای الکتریکی در مسیر حرکت، قطار را به جلو می‌راند. از آنجا که قطار توسط آهنرباها کمی بالاتر از سطح ریل حرکت می‌کند هیچ تکان و سر و صدای اضافی وجود ندارد.



الکترومغناطیس
electro
magnetism

ترانسفورمرها

ترانسفورمر یا مبدل با استفاده از الکترومغناطیس قدرت را بین دو مدار منتقل می‌کند. قدرت می‌تواند به‌شکل ولتاژ بالا و جریان پایین و یا ولتاژ پایین و جریان بالا باشد. اگر جریان متناوب باشد، یعنی به‌طور پیوسته جهت عوض کند، ترانسفورمرها می‌توانند هر یک را به‌دیگری تبدیل کنند. ولتاژهای پایین درمدارهای الکترونیکی اغلب از طریق ترانسفورمرها از ولتاژ اصلی به‌دست می‌آیند.

اتصال منفی به منبع برق

اتصال مثبت به منبع برق

آهنربای الکتریکی در حالت برقراری جریان

دو حلقه توسط یک سیم به‌صورت سری به‌هم وصل می‌شوند

جریان الکتریسیته در حلقه‌ها میدانی مغناطیسی تولید می‌کنند

نیروی میدان مغناطیسی بر جاذبه غلبه کرده و براده‌های آهن را بالا می‌آورد

وقتی جریان برقرار باشد براده‌های آهن جذب آهنربای الکتریکی می‌شوند

▲ آهنربای الکتریکی در عمل
وقتی جریان برقرار می‌شود آهنربای الکتریکی مغناطیس‌دار می‌شود. اما این امر بلافاصله صورت نمی‌گیرد. یک میدان مغناطیسی ذخیره‌ای از انرژی است و طول می‌کشد تا انرژی کافی به آن تغذیه شود. این اثر که به آن القا می‌گوییم می‌تواند برای کنترل نرخ وقوع کارها در الکترونیک استفاده شود.



ترانسفورمرهای ایستگاه های برق ◄
ترانسفورمرها در انتقال الکتریسیته نقش مهمی دارند. سیستم‌های جدید انتقال نیرو از جریان متناوب استفاده می‌کند که نیازمند ترانسفورمر است. در نیروگاه برق ترانسفورمرهای بزرگ ولتاژ را افزایش می‌دهند تا با بهره‌وری بیش‌تر در کابل‌ها منتقل شود. سپس در ایستگاه‌های فرعی ولتاژ را کاهش می‌دهند تا برای استفاده‌ی عمومی ایمن باشد.



▲ مبدل اصلی برق
مبدل دارای دو سیم پیچ است که به دور یک هسته‌ی آهنی پیچیده شده‌اند تا میدان مغناطیسی مشترک داشته باشند. میدان متغیری که توسط جریان متناوب در سیم پیچ اولیه ایجاد می‌شود ولتاژی را در سیم پیچ ثانویه برقرار می‌کند. اگر سیم پیچ ثانویه تعداد حلقه‌های سیمش کم‌تر از سیم پیچ اولیه باشد، ولتاژش پایین‌تر خواهد بود- مانند این مبدل یک دستگاه صوتی.



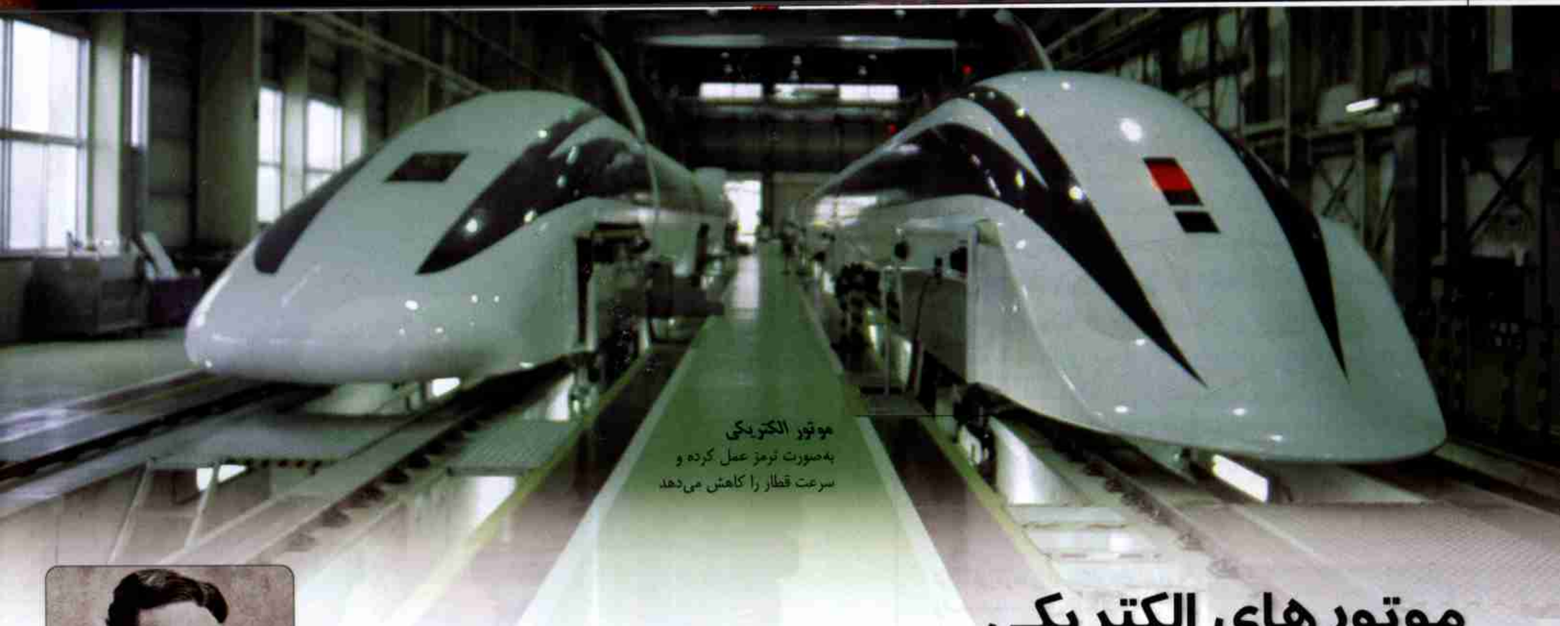
مایکل فارادی
انگلیسی، ۱۸۶۷-۱۷۹۱
وقتی اورستد کشف کرد که الکتریسیته می‌تواند مغناطیس تولید کند، فارادی به این فکر افتاد که آیا مغناطیس هم می‌تواند الکتریسیته تولید نماید یا خیر. وی در سال ۱۸۳۱ نشان داد که این امر میسر است. وی با عبور دادن یک آهنربا از داخل یک سیم پیچ کشف کرد که آهنربای متحرک جریانی را به وجود می‌آورد. جوزف هنری فیزیکدان آمریکایی نیز همزمان به‌همین کشف رسیده بود.



کف قطار بدون چرخ بر فراز یک ریل قرار می‌گیرد

فضای خالی در بالای ریل برای مقابله با برف انباشته شده

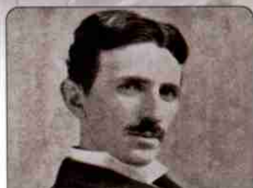
آهنرباهای الکتریکی با فاصله‌ی یک سانتیمتر پایین‌تر از ریل حرکت می‌کنند



موتورهای الکتریکی

برای حرکت دادن ماشین‌ها از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود. آن‌ها با استفاده از خاصیت جذب و دفع آهنربای الکتریسیته نیروی الکتریسیته را به نیروی مکانیکی تبدیل می‌کنند. موتورهای الکتریکی انواع مختلف دارند. موتورهای کوچک با باتری کار می‌کنند و برای راه‌اندازی اسباب بازی‌ها به‌کار می‌روند. موتورهای بزرگ‌تر که با برق کار می‌کنند در وسایل آشپزخانه کاربرد دارند. در کارخانجات از موتورهای بزرگ‌تر برای راه اندازی ماشین آلات سنگین استفاده می‌شود. قطارها و اتوبوس‌های برقی که از موتورهای الکتریکی استفاده می‌کنند سر و صدا و دود تولید نمی‌کنند.

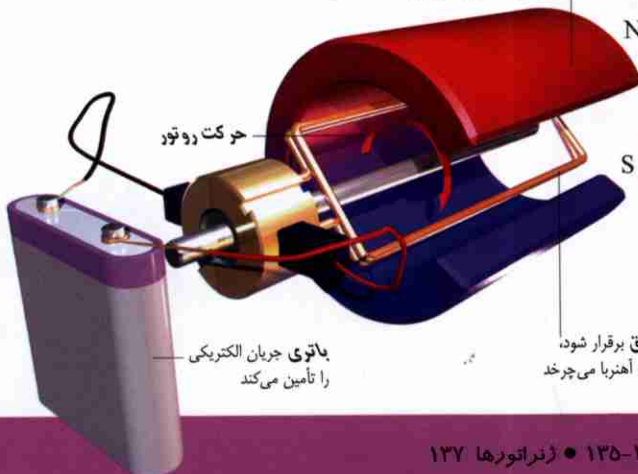
▲ قطار برقی
قطارهای شینکانزن (گلوله) ژاپنی که تا ۳۰۰ کیلومتر در ساعت سرعت می‌گیرند از موتورهای برقی استفاده می‌کنند. موتورهای الکتریکی برای قطارها بسیار مناسبند چون علاوه بر پاک و ساکت بودن، می‌توان آن‌ها را به‌جای فقط یک انتهای قطار در هر قسمت که بخواهیم قرار دهیم. این امر کمک می‌کند که قطار در فاصله‌ی زمانی کم‌تری سرعت بگیرد. این موتورها همچنین با عمل به‌صورت ژنراتور (مولد) و تبدیل حرکت به الکتریسیته در کاهش سرعت قطار کمک می‌کند.



نیکولا تسلا
آمریکایی، ۱۸۵۶-۱۹۴۳
تسلا موتوری را اختراع کرد که امروزه بیش‌ترین استفاده را در کارخانجات دارد. روتور به اتصال الکتریکی نیاز ندارد و به‌همین دلیل استفاده از آن موتور را قابل اتکاتر می‌سازد. تسلا برای تأمین نیروی موتور ژنراتوری را اختراع کرد که سه جریان تولید می‌کند. این سه جریان در هم ادغام می‌شوند و میدان مغناطیسی چرخانی را به‌وجود می‌آورند که روتور را به‌گردش درمی‌آورد.

◄ موتور جریان مستقیم (DC)
این اتومبیل اسباب بازی توسط نیرویی رانده می‌شود که با نزدیک هم قرار دادن دو آهنربا افزایش می‌یابد. یکی از آن‌ها آهنربای دائمی است. دیگری آهنربای الکتریکی چرخانی است که با باتری کار می‌کند. جریان باتری فقط در یک جهت حرکت می‌کند و به‌همین دلیل آن را موتور جریان مستقیم یا DC می‌گوییم. یک سوییچ چرخان موتور را در حال چرخش نگه می‌دارد.





◄ چگونگی کار یک موتور DC
جریان سیم پیچ یک ماسوره، سیم پیچ را به آهنربا تبدیل می‌کند. قطب‌های آن به‌طرف قطب‌های غیرهمنام آهنرباهای اطراف جذب می‌شوند و ماسوره به‌چرخش در می‌آید. وقتی قطب‌ها همراستا می‌شوند، سوییچ چرخان اتصال‌های باتری را معکوس می‌کند. قطب‌ها اکنون یکدیگر را دفع کرده و ماسوره یک نیم دور دیگر می‌چرخد. سپس اتصال‌ها دوباره معکوس می‌شوند و موتور چرخش را ادامه می‌دهد.

قانون دست چپ فلمینگ

جریان الکتریسیته و میدان مغناطیسی در تعامل با یکدیگر حرکتی را در جهت عمود بر هر دو ایجاد می‌کند. جان فلمینگ فیزیکدان انگلیسی (۱۸۴۹-۱۹۴۵) برای نشان دادن جهت حرکت یک سیم در موتور روش ساده‌ی زیر را ابداع کرد.



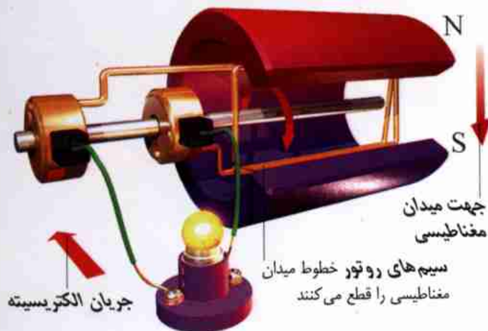


نیز نگاه کنید به ◄◄ منابع انرژی ۸۶-۸۷ • مغناطیس ۱۳۲-۱۳۳ • الکترومغناطیس ۱۳۴-۱۳۵ • ژنراتورها ۱۳۷

ژنراتورها

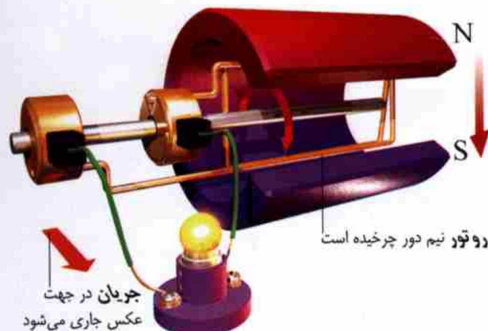
ژنراتورها انرژی حاصل از منابعی چون نفت، گاز و باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. آن‌ها نیز مانند موتورها از ارتباط الکتریسیته و مغناطیس بهره می‌برند. موتور با استفاده از جریان الکتریکی میدانی مغناطیسی تولید می‌کند که حرکت را به ما نشان می‌دهد؛ اما ژنراتور از تغییر میدان مغناطیسی حاصل از حرکت برای ایجاد ولتاژ الکتریکی بهره می‌گیرد. ژنراتورها با راندمان بالایی انرژی را تبدیل می‌کنند، اما برای راه اندازی آن‌ها مقدار زیادی انرژی به شکل سوخت هدر می‌رود.

◄ ۱- مولد جریان متناوب چگونه عمل می‌کند
آلترناتور یا مولد جریان متناوب نوعی ژنراتور است. این وسیله جریانی متناوب تولید می‌کند- یعنی جریان الکتریسیته پیوسته جهت عوض می‌کند. سیم پیچ‌های آلترناتور بر روی ماسوره‌ای سوارند که در داخل یک آهنربا می‌چرخد. قسمت چرخان را روتور می‌گویند. با چرخش روتور سیم‌هایش خطوط میدان مغناطیسی را قطع می‌کنند و ولتاژی تولید می‌شود که جریان را در لامپ جاری می‌سازد.



جهت جریان در نیم دور اول

◄ ۲-مولد جریان متناوب چگونه عمل می‌کند
پس از نیم‌دور چرخش روتور، جهت حرکت سیم‌ها در میدان مغناطیسی معکوس و در نتیجه، ولتاژ سیم‌ها و همچنین جهت جریان الکتریسیته معکوس می‌شود. بیش‌تر مولدها از نوع آلترناتور (تناوب‌ساز) هستند زیرا جریان متناوب را می‌توان با استفاده از مبدل‌ها به ولتاژ دلخواه برای هر وسیله‌ی الکتریکی تغییر داد.



جهت جریان در نیم دور دوم

◄ توربین بادی
توربین بادی نمونه‌ی مدرن با طراحی علمی یک آسیاب بادی است. حرکت ملایم تیغه‌های آن در مقابل باد به جعبه دنده‌ای که به آن‌ها متصل است منتقل می‌شود. جعبه دنده ژنراتوری را با سرعت بسیار بالاتری که برای تولید الکتریسیته لازم است می‌چرخاند.

جعبه دنده چرخش تیغه‌ها را چند برابر می‌کند

میله‌ی اتصال جعبه دنده به مولد

مولد (ژنراتور) انرژی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند

قاب می‌چرخد تا تیغه‌ها رو در روی باد قرار گیرند

کابل نیروی برق را به زمین حمل می‌کند

تیغه‌ها در اثر انرژی باد می‌چرخند

ژنراتورها generators

قانون دست راست فلمینگ

قانون فلمینگ برای ژنراتورها نیز صادق است. اما موتورها و ژنراتورها انرژی را در جهت های عکس یکدیگر تبدیل می‌کنند؛ بنابر این جهت جریان معکوس است.

شست راست جهت حرکت سیم را نشان می‌دهد

انگشت اول جهت میدان مغناطیسی (شمال به جنوب) را نشان می‌دهد

انگشت دوم جهت جریان الکتریسیته (مثبت به منفی) را نشان می‌دهد

◄ نیروگاه بادی
برای تولید الکتریسیته‌ای معادل برقی که یک ژنراتور در یک نیروگاه تولید می‌کند به ۳۰۰ توربین بادی نیاز است. به‌همین دلیل است که تعداد بسیار زیادی از آن‌ها را در ردیف‌های منظم در نیروگاه‌های بادی به‌کار می‌گیرند. نیروگاه‌های بادی فضای زیادی را اشغال می‌کنند و به‌همین دلیل دانشمندان در فکرند که در آینده آن‌ها را در دریا بنا کنند. از آنجا که باد به واسطه‌ی نیروی خورشیدی به‌وجود می‌آید پس از پایان یافتن سوخت‌های فسیلی نیز همچنان به وزیدن ادامه خواهد داد و می‌توان از آن انرژی به‌دست آورد. استفاده از انرژی باد همچنین در کاهش آلودگی هوا در اثر سوختن این سوخت‌ها و نیز اجتناب از خطرات نیروگاه‌های هسته‌ای کمک می‌کند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ منابع انرژی ۸۶-۸۷ ● الکترومغناطیس ۱۳۴-۱۳۵

الکترونیک

الکترونیک بسیار فراتر از صرفاً الکتریسیته پیش می‌رود. الکترونیک با استفاده از **ترانزیستور** و دیگر **اجزاء**، از قبیل مقاومت‌ها و خازن‌ها، به ما امکان می‌دهد جریان‌های بزرگ الکتریکی را با جریان‌های کوچک الکتریکی کنترل کنیم. این امر دنیای جدیدی را به‌روی ما باز می‌کند. الکترونیک می‌تواند صدا را تقویت کند، امواج رادیویی را جاری سازد و یا داده‌های رایانه‌ای را پردازش نماید. **الکترونیک نوری** (اُپتوالکترونیک) با استفاده از نور پیام‌ها را به سراسر جهان ارسال و کنترل می‌کند.



تیم ترانزیستور
جان باردین (چپ، ۱۹۰۸–۱۹۹۱)، والتر براتاین (راست، ۱۹۰۲–۱۹۸۷) و ویلیام شاکلی (وسط، ۱۹۱۰–۱۹۸۹) در سال ۱۹۴۷ در آزمایشگاه‌های تلفن بل در ایالات متحده وسیله‌ی کوچکی را اختراع کردند که می‌توانست سیگنال‌های الکتریکی را تقویت کند. آن‌ها آن را ترانزیستور نامیدند. تا آن زمان تنها شیوه‌ی تقویت مبتنی بر لوله‌های شکننده‌ی شیشه‌ای بود که درون آن خلأ ایجاد می‌شد. این گروه در ۱۹۵۶ جایزه‌ی نوبل فیزیک را به خود اختصاص داد.

ریز تراشه (میکروچیپ)
کارکرد مدار را کنترل می‌کند

ترانزیستور کوچک
سیگنال‌های کم انرژی را کنترل می‌کند

ترانزیستور بزرگ میزان برق به موتور را کنترل می‌کند

خازن سیگنال‌ها را بین نقاط مختلف مدار جابه‌جا می‌کند

اتصال لبه‌ای
به برد اصلی وصل می‌شود

مقاومت بر روی یک پایه‌ی سوزنی قرار دارد تا داغ شدن آن آسیبی به مدار نرساند

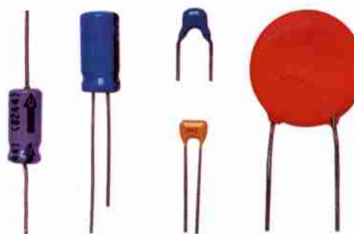
الکترونیک
electronics

▶ **صفحه‌ی مدار**
مدارهای الکترونیکی با ثابت قرار دادن اجزاء بر روی یک صفحه‌ی پلاستیکی دارای شیارهای مسی در یک لبه برای اتصال آن‌ها به‌یکدیگر ساخته می‌شوند. اجزاء را با لحیم به‌یکدیگر متصل می‌کنند. بعضی صفحه‌ها فقط قسمتی از یک مدار را حمل می‌کنند. این صفحه‌ها را به صفحه‌ی اصلی (مادر بُرد) وصل می‌کنند که جا برای چندین بُرد کوچک‌تر جهت ساخت یک مدار کامل دارد.

اجزاء

قطعاتی هستند که مدارهای الکترونیکی از آن‌ها تشکیل می‌شود. هر جزء نسبت به الکتریسیته به روش خاص خود واکنش نشان می‌دهد. به عنوان مثال، خازن‌ها جریان‌های پیوسته را سد می‌کنند ولی مقاومت‌ها جریان‌ها را از خود عبور می‌دهند. مهندسین با وصل کردن اجزاء صحیح به یکدیگر می‌توانند هر چیزی، از بازکننده‌ی در تا رایانه، را بسازند.

▶ **خازن**
خازن‌ها بار الکتریکی را ذخیره می‌کنند. آن‌ها دو مجموعه صفحات فلزی عایق شده دارند که می‌توانند سیگنال‌ها را بین دو نقطه حمل کنند بدون این که جریان مستقیم را از خود عبور دهند. خازن‌های الکترولیتی بیش از انواع دیگر بار ذخیره می‌کنند اما برای کار کردن به یک ولتاژ ثابت نیاز دارند.



خازن الکترولیتی — خازن‌های سرامیکی

نمادهای اجزا

مهندسین الکترونیک از یک زبان تصویری استفاده می‌کنند که برای هر جزء نماد خاصی دارد. در نمودار یک مدار، به جای اسم اجزاء نمادهای آن‌ها را قرار می‌دهند تا نشان دهند مدار چگونه ساخته شده است.

- مقاومت
- القاکننده
- مبدل
- خازن
- خازن الکترولیتی
- دیود
- دیود نورانی
- ترانزیستور دوقطبی
- ترانزیستور اثر میدانی

▶ **مقاومت**
مقاومت‌ها جریان و ولتاژ را کنترل می‌کنند. جریانی که از مقاومت می‌گذرد با تقسیم ولتاژ بر میزان مقاومت تعیین می‌شود. به این ترتیب مقاومت می‌تواند ولتاژ را به‌شدت جریان مناسب تبدیل کند. از طرف دیگر، اگر جریانی از مقاومت بگذرد ولتاژی متناسب با آن تولید می‌کند.



نمودار کد رنگی مقاومت‌ها

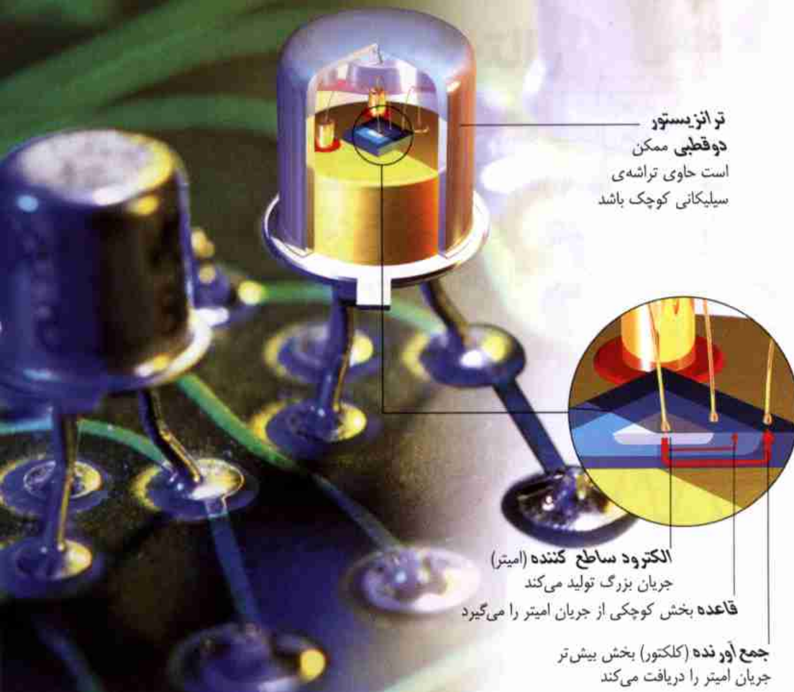
مقاومت‌ها در مقادیر استاندارد ساخته می‌شوند. از آنجا که مقاومت‌ها کوچک هستند، این مقادیر را نمی‌توان بر روی آن‌ها حک کرد و به همین دلیل، برای نشان دادن مقدار آن‌ها از نوارهای رنگی چاپ شده بر روی آن‌ها استفاده می‌شود. معمولاً مقاومت‌ها از ۱۰ اهم تا ۱ مگا اهم ساخته می‌شوند.

دو نوار اول بر روی بدنه‌ی مقاومت نشان دهنده‌ی عدد است. نوار سوم به ما می‌گوید که چه تعداد صفر به آن‌ها اضافه کنیم. مقاومتی که در سمت راست کتاب نشان داده شده با نوارهای قرمز (۲)، قرمز (۲) و قهوه‌ای (۱ صفر) علامتگذاری شده که نشان می‌دهد مقدار آن ۲۲۰ اُهم (Ω) است. چهارمین نوار میزان دقت مقاومت است. نوار طلایی نشان می‌دهد که مقدار مقاومت می‌تواند ۵ درصد کم تر یا بیش تر از ۲۲۰ اهم باشد.

نوار چهارم
طلایی: ±۵ درصد
نقره ای: ±۱۰ درصد
بدون نوار چهارم: ±۲۰ درصد

ترانزیستورها

ترانزیستورها بودند که الکترونیک جدید را میسر ساختند. ترانزیستور به جریان‌های بسیار کوچک الکتریکی اجازه‌ی عبور می‌دهد و به این وسیله جریان‌های بسیار بزرگ‌تر را کنترل می‌کند. این کار را تقویت می‌گویند. ترانزیستور در واقع بین سیگنال کوچکی که می‌گوید چه می‌خواهیم انجام دهیم و نیروی الکتریکی انجام دهنده‌ی آن ارتباط برقرار می‌کند. ترانزیستورهای داخل یک رادیو می‌توانند سیگنال‌های کوچک دریافتی از آنتن را تقویت کرده و صداهای بلند تولید کنند.



درون یک ترانزیستور ◄
با وجودی که بیش‌تر ترانزیستورها امروزه بر روی ریزتراشه‌ها قرار دارند اما هنوز هم بسیاری به‌صورت جداگانه، مثل این ترانزیستور دوقطبی، به‌کار می‌روند. یک تراشه‌ی کوچک سیلیکانی در یک محفظه که به‌دقت بسته و هواگیری شده، قرار دارد. ترانزیستور از سه قسمت مختلف– ساطع کننده (امیتر)، قاعده و جمع‌کننده (کلکتور)– تشکیل شده است. هر قسمت اتصال خاص خود به مدار را دارد و با یک سیم بسیار ظریف طلایی به پایه یا سوزن متصل می‌شود.



تریستور (ترانزیستور کنترل کننده‌ی سرعت) در یک وسیله‌ی کم کننده‌ی نور چراغ

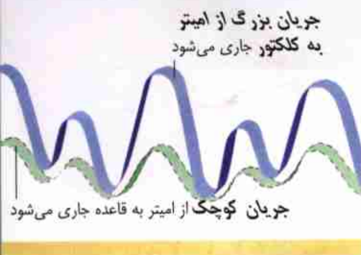
ترانزیستور مخصوص سیگنال‌های ضعیف

ترانزیستور قدرتی برای تقویت صدا

◄ ترانزیستورهای مختلف برای کارهای مختلف
ترانزیستورها در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند. ترانزیستورهای تراشه‌های رایانه‌ای از نوع ریزتراشه‌ای هستند. برخی نیز ممکن است تا ۲/۵ سانتیمتر باشند– به اندازه‌ای بزرگ که یک موتور را کنترل کرده و یا صدای بلند به‌وجود آورند. ترانزیستورهایی که در این‌جا در اندازه‌های واقعی خود نشان داده شده‌اند شامل یکی از وابستگان ترانزیستورها، به نام تریستور، هستند. آن‌ها به کمک یکدیگر می‌توانند هر چیزی، از لامپ چراغ تا امواج رادیویی، را اداره کنند.



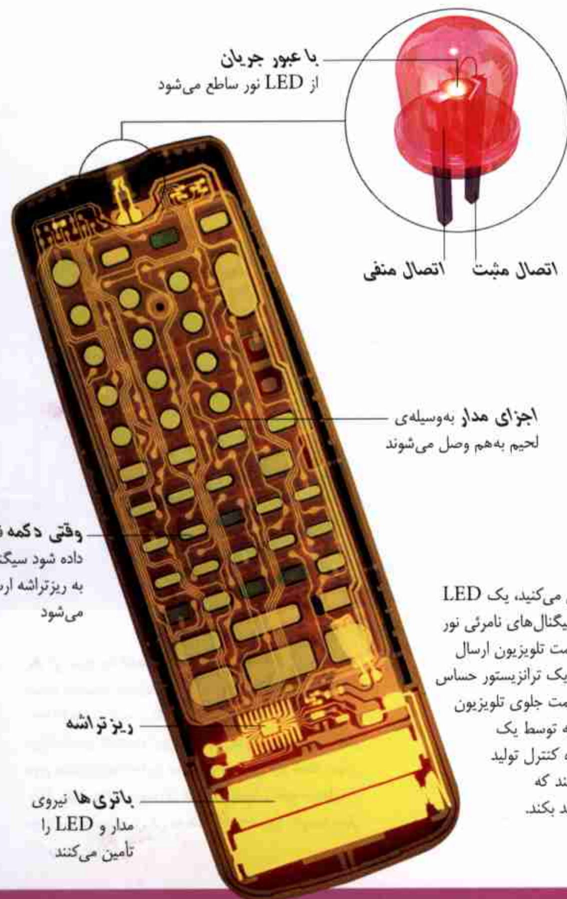
ترانزیستور برق قوی برای کنترل موتورها



ترانزیستور چگونه کار می‌کند ◄
درحالت عادی، جریان الکتریسیته بین امیتر ترانزیستور و کلکتور آن توسط قاعده متوقف است. اما وقتی یک جریان کوچک حاوی یک سیگنال از امیتر به قاعده جاری می‌شود تعداد زیادی الکترون از قاعده می‌گذرند و جریان بزرگ‌تری را از امیتر به کلکتور به‌وجود می‌آورند. این جریان نسخه‌ای از سیگنال اصلی است که ترانزیستور آن را تقویت می‌کند.

الکترونیک نوری

الکترونیک نوری (اُپتوالکترونیک) الکترونیک و نور را در هم می‌آمیزد. ساده‌ترین وسیله‌ی آن مقاومت متکی به نور (LDR) است که در لامپ‌هایی استفاده می‌شود که به‌خودی خود در شب روشن می‌شوند. دیودهای نورانی (LED) در چراغ اتومبیل و دوچرخه و دیگر دستگاه‌های سیگنال دهنده، مثل دستگاه کنترل تلویزیون، استفاده می‌شوند. دستگاه‌های پخش DVD از دیود لیزری بهره می‌گیرند که یک دستگاه الکترونیک نوری است که نور خالص مورد نیاز برای خواندن دیسک را تولید می‌کند.



◄ کنترل از دور
وقتی کانال تلویزیون را عوض می‌کنید، یک LED در دستگاه کنترل از راه دور سیگنال‌های نامرئی نور فروسرخ (مادون قرمز) را به‌سمت تلویزیون ارسال می‌کند. این سیگنال‌ها توسط یک ترانزیستور حساس به نور (فوتوترانزیستور) در قسمت جلوی تلویزیون دریافت می‌شود. پالس‌هایی که توسط یک ریزتراشه در داخل یک دستگاه کنترل تولید شده‌اند تشکیل یک کد می‌دهند که به تلویزیون می‌فهمانند چه باید بکند.



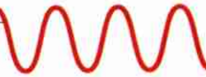
▲ دیودهای نورانی (ساطع کننده‌ی نور)
دیود نورانی (LED) تراشه‌ی بسیار کوچکی از یک ماده در داخل یک محفظه‌ی پلاستیکی است. وقتی جریان از آن عبور می‌کند نورانی می‌شود. این نور بسته به جنس تراشه می‌تواند رنگ‌های مختلف داشته باشد. بیش‌تر LED ها حاوی عنصر نادر گالیوم هستند. وقتی این عنصر با نیتروژن و ایندیوم که یک عنصر نادر دیگر است ترکیب می‌شود نور آبی ساطع می‌کند؛ ولی با آرسنیک و فسفر نور قرمز تولید می‌کند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ عناصر ۲۲-۲۳ • لیزر ۱۱۲ • لنزها ۱۱۵ • مدارها ۱۲۸-۱۲۹ • میکروالکترونیک ۱۴۲

الکترونیک دیجیتال

الکترونیک آنالوگ ساده‌ترین نوع الکترونیک، با سیگنال‌های پیوسته عمل می‌کند که این سیگنال‌ها امواجی صوتی هستند که در اثر افت‌وخیز یکنواخت ولتاژ با افت و خیزی یکنواخت از یک مدار آنالوگ می‌گذرند. اما الکترونیک دیجیتال به‌گونه‌ای دیگر عمل می‌کند. سیگنال‌ها با استفاده از **نمونه‌سازی** به رشته‌هایی از اعداد تبدیل می‌شوند که توسط مدارهای الکترونیکی به‌شیوه‌ی ریاضی پردازش می‌شوند.

ریز تراشه در محفظه‌ی سیاه محافظ محاسبات را انجام می‌دهد



سیگنال الکتریکی آنالوگ موجی پیوسته و یکنواخت است

◄ آنالوگ - ساده ولی پرخطر

شیارهای مارپیچ یک صفحه‌ی موسیقی (که در این‌جا همراه با سوزن گیرنده بزرگ‌نمایی شده است) تقلیدی از موج اولیه‌ی صدا است. سوزن گیرنده موجی الکتریکی دقیقاً به‌همان اندازه‌ی افت و خیز خود به‌وجود می‌آورد. متأسفانه هر چیزی را که روی دیسک پیدا کند با امانتداری کامل بازسازی می‌کند- و بریدگی‌ها و شیارها را هم به‌صورت صدا و پارازیت پخش می‌کند.





◄ دیجیتال -پارازیت کم تر

سطح CD هیچ شباهتی به امواج اولیه‌ی صدا ندارد. قبل از این که صدا بر روی صفحه ضبط شود، مدارهای دیجیتال الکترونیکی صدا را به الگوهای پیچیده‌ی خاموش- روشن تبدیل می‌کنند که به‌صورت مجموعه‌ای از بریدگی‌ها بر روی پلاستیک حک می‌شود. این الگوها به دستگاه پخش امکان می‌دهند فقط موسیقی و صدای ضبط شده را پخش کند و بریدگی‌ها و خش‌ها را نادیده بگیرد.

◄ ماشین حساب الکترونیکی

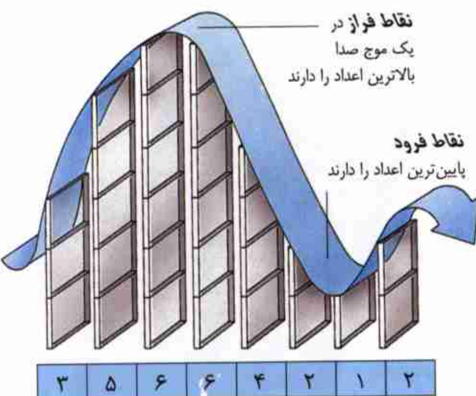
بدون الکترونیک دیجیتال ساخت ماشین حساب‌های جیبی امکان‌پذیر نبود. این دستگاه‌ها اعداد را به‌صورت سیگنال‌های الکتریکی که یا روشن و یا خاموش هستند درک می‌کند زیرا محاسبات ریاضی خود را با ترانزیستور انجام می‌دهند که کلیدهایی الکترونیکی هستند که مثل همه‌ی کلیدهای دیگر فقط می‌توانند روشن یا خاموش باشند. در این شیوه اعداد را به‌سادگی می‌توان توسط مدارهای منطقی دستگاه محاسبه کرد و به نتیجه‌ی صحیح دست یافت.

کلیدها اتصال‌های روی صفحه‌ی مدار را به‌کار می‌اندازند

سیگنال دیجیتال متشکل از گام‌ها یا پالس‌های انفرادی است

نمونه‌سازی

قبل از این که یک سیگنال بتواند توسط الکترونیک دیجیتال پردازش شود باید به‌شکل دیجیتال درآید. در نمونه‌سازی، مدارهایی به‌نام مبدل «آنالوگ به دیجیتال» در هر ثانیه هزاران اندازه‌گیری سیگنال انجام می‌دهند. اندازه‌گیری‌ها سپس به شکل دو- دویی در می‌آیند که نوعی نوشتن اعداد با استفاده از فقط دو رقم است که در سویچ‌های روشن- خاموش الکترونیکی به‌کار می‌رود.



▲ از موج به اعداد

صوت دیجیتالی با یک مدار الکتریکی آغاز می‌شود که حدود ۴۴۰۰۰ بار در ثانیه سیگنال صوتی آنالوگ را نمونه‌سازی می‌کند. برای ثبت بالاترین فرکانس‌ها (سرعت ارتعاش) در موج صدای اولیه به این تعداد نمونه‌سازی نیاز است. سپس مقدار هر نمونه‌سازی برای هر ۲۰ میلیونیم ثانیه- زمان مورد نیاز برای تبدیل آن به شکل دو- دویی- توسط مدار ذخیره می‌شود.

۳	۵	۶	۶	۴	۲	۱	۲
۰ ۱ ۱	۱ ۰ ۱	۱ ۱ ۰	۱ ۱ ۰	۱ ۰ ۰	۰ ۱ ۰	۰ ۰ ۱	۰ ۱ ۰

▲ کد عددی

اعداد مربوط به موج صدای نمونه‌سازی شده در یک کد دو- دویی پردازش می‌شود که فقط از دو رقم ۱ و صفر استفاده می‌کند. رقم ۱ نشان دهنده‌ی «روشن» و صفر بیانگر «خاموش» است. به این ترتیب نمونه‌ها را می‌توان به‌صورت پالس ارسال کرد. این پالس‌ها با استفاده از یک کد پیچیده‌ی اصلاح خطا بر روی CD ضبط می‌شود تا CD در مقابل خش یا خش‌ها مقاوم‌تر باشد.



◄ پردازش CD

نمونه‌سازی منحصر به صدا نیست. برای تبدیل تصاویر در دوربین یک گوشی همراه به‌صورت دیجیتال نیز استفاده می‌شود. در این روش، تصویر به هزاران مربع نمونه‌ی بسیار کوچک، به‌نام پیکسل، تقسیم می‌شود. رایانه‌ی کوچکی در داخل گوشی نمونه‌ها را پردازش کرده و یک تصویر ساده شده می‌سازد که می‌تواند با سرعت بیش‌تری به گوشی شخص دیگری ارسال شود. سپس گوشی شخص گیرنده دوباره نمونه‌ها را به‌صورت تصویر اولیه درمی‌آورد.

مدارهای منطقی

رایانه‌ها با تقسیم مسأله‌های بزرگ به هزاران مسأله‌ی کوچک‌تر عمل می‌کنند. آن‌ها سپس این مسأله‌های کوچک را یکی یکی حل می‌کنند تا به انتها برسند. تمام کار توسط دروازه‌های منطقی- مدارهایی که از قوانین منطق پیروی می‌کنند- انجام می‌شود. هر دروازه‌ی منطقی فقط از یک قانون ساده- مثلاً این که بگوییم C صحیح است فقط اگر A و B صحیح باشند-پیروی می‌کند. چنانچه تعداد دروازه‌ها کافی باشد رایانه می‌تواند هر مسأله‌ای را که صرفاً منطقی باشد حل کند. بیش‌تر میلیون‌ها ترانزیستوری که در یک رایانه به‌کار رفته‌اند در دروازه‌های منطقی به‌کار گرفته شده‌اند.

باتری نیروی لازم برای تراشه و نمایشگر را تأمین می‌کند

سیم کشی چاپ‌شده سیگنال‌های کنترل را به نمایشگر می‌رساند

صفحه‌ی مدار چاپ شده حامل اجزایی است که به یکدیگر وصل شده‌اند

ماشین حساب

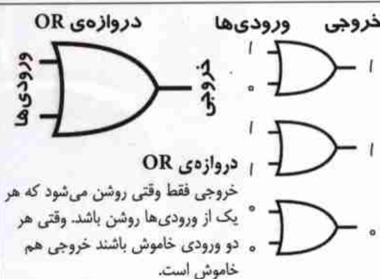
...ال‌ها اعداد را به ریزتراشه می‌فرستند

دروازه‌های منطقی

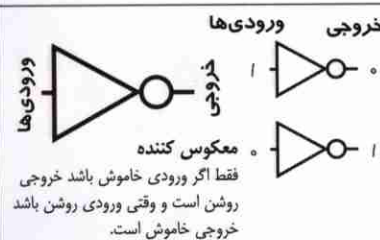
سیگنال‌های منطقی روشن (۱) و خاموش (۰) می‌شوند تا صحیح یا غلط بودن را نشان دهند. دروازه‌ها می‌توانند هر تعدادی ورودی داشته باشد اما فقط یک خروجی خواهند داشت. یک معکوس‌کننده همواره فقط یک ورودی دارد. در اینجا دو مثال از دروازه‌های منطقی ارائه شده است.



دروازه‌ی AND
خروجی فقط در صورتی روشن می‌شود که تمام ورودی‌ها روشن باشند. اگر یکی از آن‌ها خاموش شود، خروجی خاموش می‌شود.



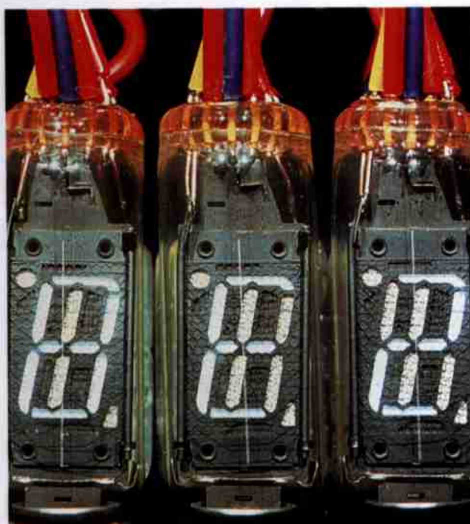
دروازه‌ی OR
خروجی فقط وقتی روشن می‌شود که هر یک از ورودی‌ها روشن باشد. وقتی هر دو ورودی خاموش باشند خروجی هم خاموش است.



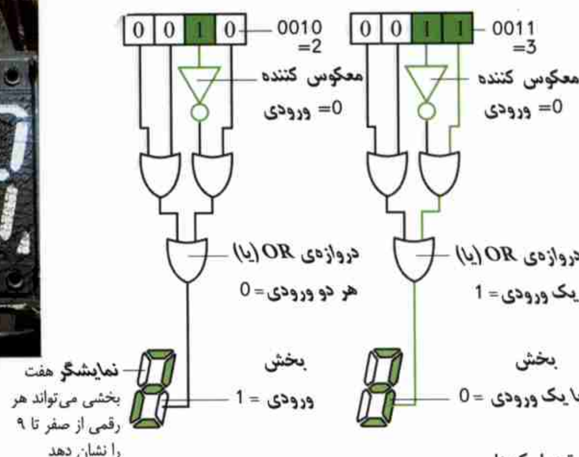
معکوس کننده
فقط اگر ورودی خاموش باشد خروجی روشن است و وقتی ورودی روشن باشد خروجی خاموش است.



▲ **تراشه‌ی منطقی**
تراشه‌های پیچیده و بزرگ مدارهای منطقی اغلب توسط تراشه‌های منطقی کوچک‌تر حمایت می‌شوند. هر یک از این‌ها شامل فقط چند دروازه‌ی منطقی هستند. دروازه‌ها از ترانزیستورها و مقاومت‌هایی ساخته می‌شوند که بر روی یک سطح سیلیکان نصب شده‌اند. در اینجا قسمتی از یک تراشه‌ی منطقی حاوی سه دروازه‌ی AND (و) نشان داده شده است. سیم‌های اطراف لبه، تراشه را به بقیه‌ی مدار وصل می‌کنند.



▲ **نمایش**
بسیاری از دستگاه‌های ضبط و پخش ویدیویی و DVD با استفاده ازچنین دستگاهی اعداد و اطلاعات دیگر را نشان می‌دهند. این وسیله را نمایش فلورسنت خلأ می‌گوییم. وقتی ولتاژ به یکی از سیم‌های بالا داده شود فقط یک بخش با نور سبز می‌درخشد. ولتاژ از مداری منطقی تغذیه می‌شود که شبیه مداری است که در سمت راست می‌بینید.



▲ **تبدیل کدها**
مدارهای منطقی برای تبدیل یک کد به کدی دیگر مناسب هستند. تصاویر بالا بخشی از یک مدار را نشان می‌دهند که ارقام صفر تا ۹ در شکل دو- دویی را به ارقامی که قابل خواندن برای مردم باشند تبدیل می‌کند. سه دروازه و یک کنترل معکوس‌کننده بخش پایین راست نمایش یک ساختار هفت بخشی را کنترل می‌کنند. انتخاب دروازه‌ها و شیوه‌ی اتصال آن‌ها به یکدیگر به گونه‌ای است که مثلاً این بخش در هر رقم دیگر به جز رقم دو روشن باشد.

الکترونیک دیجیتال digital electronics



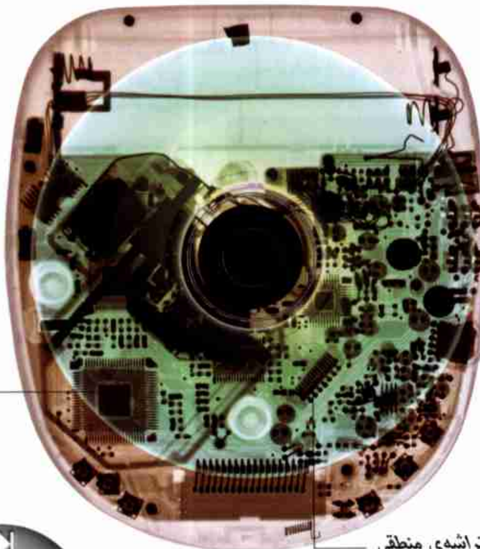
گاتفرید لایبنیتس
آلمانی، ۱۶۴۶-۱۷۱۶
در چین باستان با سیستم دو- دویی آشنا بودند اما لایبنیتس ریاضیدان آلمانی در سال ۱۷۰۳ برای اولین بار در مورد آن نوشت. اما او در آن زمان فقط به مفهوم فلسفی آن علاقمند بود زیرا قبل از ظهور رایانه‌ها مورد استفاده‌ی چندانی نداشتند. لایبنیتس یکی از مخترعین جبر است- شاخه‌ای از ریاضیات که در علوم اهمیت فراوانی دارد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ ضبط و بازسازی ۱۰۸-۱۰۹ • دوربین ۱۱۸-۱۱۹ • الکترونیک ۱۳۸-۱۳۹ • رادیو ۱۴۳ • تلویزیون ۱۴۴-۱۴۵

میکرو الکترونیک

در میکروالکترونیک، اندازه‌ی مدارها تا حد میکروسکوپی کوچک شده است و فناوری رایانه‌ها و تلفن‌های همراه را در بر می‌گیرد. میکروالکترونیک با یک اختراع حیاتی آغاز شد: روش ساخت ترانزیستورها و دیگر اجزا بر روی صفحه‌ی سیلیکان.
ریزتراشه (همچنین موسوم به تراشه‌ی سیلیکان یا مدار مجتمع) یک مدار کامل است که فقط چند میلیمتر طول و عرض دارد. ریزتراشه‌ها قابل اتکا و ارزان هستند و تجهیزات الکترونیک را کارآمدتر، کوچک‌تر و اقتصادی‌تر ساخته‌اند.

◀ تصویر پرتو ایکس یک دستگاه پخش CD
بدون بهره‌گیری از میکروالکترونیک، محاسبات پیچیده‌ای که امکان پخش موسیقی توسط یک دستگاه پخش CD را به‌وجود می‌آورد باید به‌وسیله‌ی توده‌ای از مدارهای جداگانه انجام می‌شد. در نتیجه دستگاه پخش CD به بزرگی یک یخچال می‌بود و بسیار گران تمام می‌شد. ولی تمام این محاسبات توسط فقط یک تراشه انجام می‌شود و به‌همین دلیل است که می‌توانید دستگاه را به قیمت ناچیز بخرید و یا در جیب خود بگذارید. تراشه‌های دیگر عملکرد و صفحه‌ی نمایش اطلاعات دستگاه را کنترل می‌کنند.



پردازشگر سیگنال کدهای روی CD را به موسیقی تبدیل می‌کند

تراشه‌ی منطقی برای کنترل دستگاه پخش CD

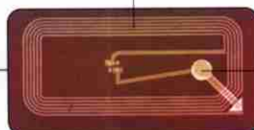


رابرت نویس
آمریکایی، ۱۹۲۷–۱۹۹۰
رابرت نویس مهندس آمریکایی ریزتراشه‌ای ساخت که جد مستقیم ریزتراشه‌های امروزی است. او برای ساخت ریزتراشه‌اش فرایندی را که همکارش ژان هورنی به‌کار برده بود و بر روی سطح صاف یک ورقه‌ی سیلیکان ترانزیستورهایی به‌وجود آورده بود، مورد استفاده قرار داد. نویس متوجه شد که این فرایند برای ساخت ریزتراشه‌ها بسیار مناسب است و کشف کرد که چگونه ترانزیستورها را با یک لایه‌ی فلزی به‌یکدیگر وصل کند.

میکرو الکترونیک
micro electronic



◀ هویت مخفی
این بسته‌ی تیغ حامل یک ریزتراشه است. ریزتراشه آنتن رادیویی کوچکی دارد که در پاسخ به امواج رادیویی اطلاعات ذخیره شده در خود را بیرون می‌فرستد. این وسیله می‌تواند با حذف بارکد خوانی مشتریان مغازه را سریع‌تر راه بیندازد. چنین تراشه‌هایی را تراشه‌های هویتی فرکانس رادیویی (RFID) می‌گویند و هم اکنون در شناسایی حیوانات خانگی گم شده مورد استفاده هستند.

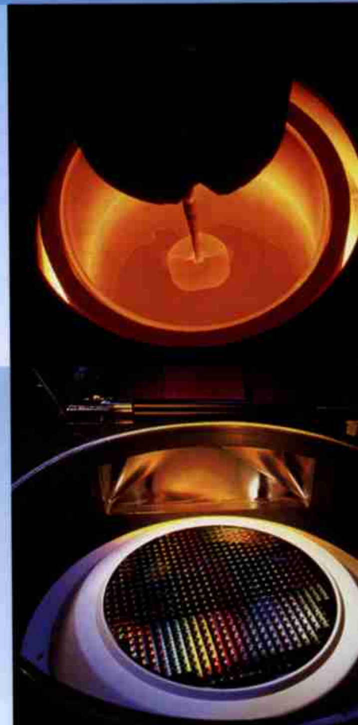


آنتن رادیویی اطلاعات را ارسال می‌کند

ریزتراشه کدهای هویتی را ذخیره می‌کند

ساخت یک ریز تراشه

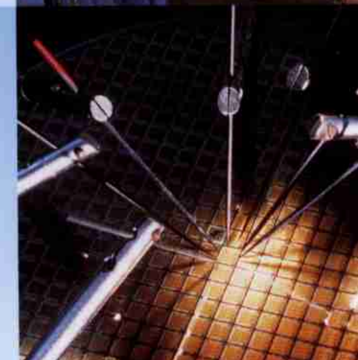
◀ سیلیکان خالص
سیلیکان که از ماسه به‌دست می‌آید، در کوره ذوب می‌شود و یک بلور کوچک سیلیکان به سیلیکان مذاب و داغ اضافه می‌گردد. در اطراف آن، بلور بزرگی شکل می‌گیرد که به‌تدریج بیرون کشیده می‌شود و یک بلور دراز و سوسیس مانند از سیلیکان خالص به‌دست می‌آید. این بلور را به ورقه‌های بسیار نازک می‌برند و در ریزتراشه‌ها به‌کار می‌برند. به این دلیل سیلیکان استفاده می‌شود که می‌توان با افزودن ناخالصی‌ها ویژگی‌های الکتریکی آن را تغییر داد.



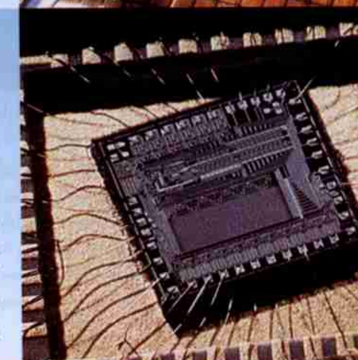
◀ پوشش و حک
هر ورقه گرما داده می‌شود تا یک لایه‌ی دی اکسید سیلیکان به‌وجود آید و سپس آن را با یک لایه‌ی حساس به‌نور می‌پوشانند و از طریق یک ماسک (شبیه آنچه در این جا می‌بینید) در معرض نور فرابنفش قرار می‌دهند. نور بعضی قسمت‌های لایه‌ی رویی را سخت می‌کند و در نقاط سخت نشده می‌توان دی اکسید را برداشت و الگویی از سیلیکان لخت و آماده برای دوپینگ به‌دست می‌آید.



◀ دوپینگ
ورقه‌ی سیلیکان را در کوره‌ای پر از گاز حاوی عنصر دیگری مانند آرسنیک حرارت می‌دهند. این فرایند که به دوپینگ یا آلایش معروف است ناخالصی‌هایی را به سیلیکان می‌افزاید و ویژگی‌های الکتریکی آن را تغییر می‌دهد. ترکیبات مختلف گرما و مواد شیمیایی ترانزیستورها و دیگر اجزا را بر روی سیلیکان به‌وجود می‌آورند. هر لایه بارها تحت فرایند پوشش، حک و دوپینگ قرار می‌گیرد.



◀ کنترل کیفیت
تجهیزات آزمون کنترل شده با رایانه هر قطعه را از منظرهای مختلف بررسی می‌کند تا مطمئن شوند که تراشه به‌خوبی کار می‌کند. هر چند در طول ساخت تراشه‌ها کارکنان لباس‌های محافظ می‌پوشند اما باز هم بعضی تراشه‌ها در اثر ذرات غبار و غیره خراب می‌شوند. قسمت‌های خراب تراشه را علامتگذاری می‌کنند تا در مرحله‌ی بازیافت آن‌ها را اصلاح کنند.



◀ بسته‌بندی
سوزن‌های فلزی با جوش‌دادن سیم‌های بسیار نازک طلا به تراشه اضافه می‌شوند. سپس تراشه را در یک پاکت محافظ پلاستیکی یا جعبه‌ی سرامیکی می‌گذارند طوری که سوزن‌ها رو به بالا باشند. سپس سوزن‌ها را با لحیم مسی روی یک ورقه‌ی پلاستیکی نازک لحیم یا به اصطلاح «چاپ» می‌کنند. گاه چندین تراشه یک مدار را تشکیل می‌دهند و بعضی تراشه‌ها مانند تراشه‌های حافظه بر روی پایه‌ها قرار می‌گیرند.

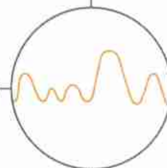
نیز نگاه کنید به ◀◀ سرامیک ۵۵ ● واکنش‌های شیمیایی ۳۰-۳۱ ● الکترونیک ۱۳۸-۱۳۹

رادیو

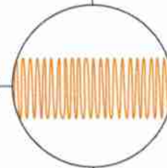
رادیو برای ارسال امواجی که باید با سرعت نور در فضا حرکت کنند به همکاری الکتریسیته و مغناطیس متکی است. وقتی رادیوی خود را روشن می‌کنید صداهایی را می‌شنوید که توسط امواج رادیویی و در قالب الکتریکی به شما رسیده‌اند. **رادیوی دیجیتال** بارانی از داده‌های دیجیتال است که ده‌ها برنامه را حمل می‌کنند و توسط صدها موج رادیویی مختلف به شما رسیده‌اند.



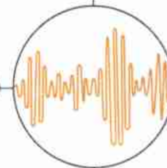
۱ **در استودیو** یک میکروفون صدای گوینده و موسیقی را دریافت می‌کند



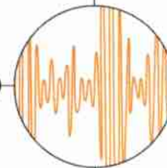
۲ **صدا** به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود



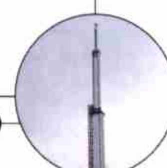
۳ **فرستنده‌ی رادیو** یک موج رادیویی ایجاد می‌کند



۴ **سیگنال صدا** دامنه‌ی موج رادیویی را تغییر می‌دهد



۵ **موج تلفیق یافته‌ی** رادیویی تقویت می‌شود



۶ **آنتن فرستنده** موج رادیویی را در فضا رها می‌کند

۷ **آنتن** گیرنده موج رادیویی را از فرستنده دریافت می‌کند

۸ **بلندگو** جریان الکتریکی را به ارتعاشات تبدیل می‌کند و صدا به‌وجود می‌آید

◀ رادیوی ای ام
ساده‌ترین نوع ارسال امواج رادیویی است که دامنه یا قوت موج رادیویی را وادار می‌سازد شکل یک موج صوتی را به‌خود بگیرد. این کار را تلفیق دامنه یا ای ام (AM) می‌گویند. یک مدار در گیرنده امواج رادیویی را به سیگنال‌های صوتی تبدیل می‌کند. این سیگنال‌ها تقویت و به بلندگوها تغذیه می‌شود.

با چرخاندن این کنترل ایستگاه انتخاب می‌شود

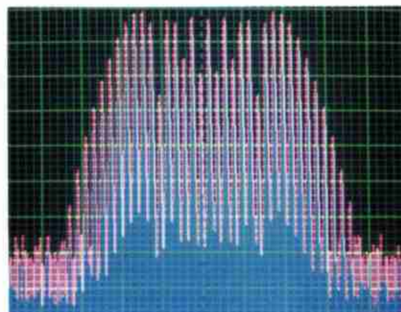
آنتن برای دریافت امواج متوسط

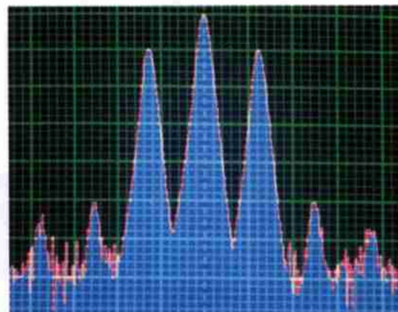
آنتن موج کوتاه و اف ام

سویچ (کلید) برای انتخاب موج

ورودی هدفون (گوشی) صدای بلندگو را قطع و صدا را به‌طور اختصاصی دریافت می‌کند







رادیوی دیجیتال

رادیوی دیجیتال هر برنامه را به کدهای دیجیتال متشکل از ارقام یک و صفر که بیانگر صداها هستند تبدیل می‌کند. سپس این کدها در کنار هم قرار می‌گیرند تا یک تسهیم (مولتی پلکس) شکل گیرد. این مجموعه‌ی بزرگ داده‌ها بین صدها کانال رادیویی تقسیم می‌شود. گیرنده تمام کانال‌ها را به یکباره دریافت می‌کند، قسمت مربوط به برنامه‌ی مورد نظر را جدا می‌کند و آن‌ها را به یکدیگر می‌چسباند و دوباره به شکل صدا درمی‌آورد.

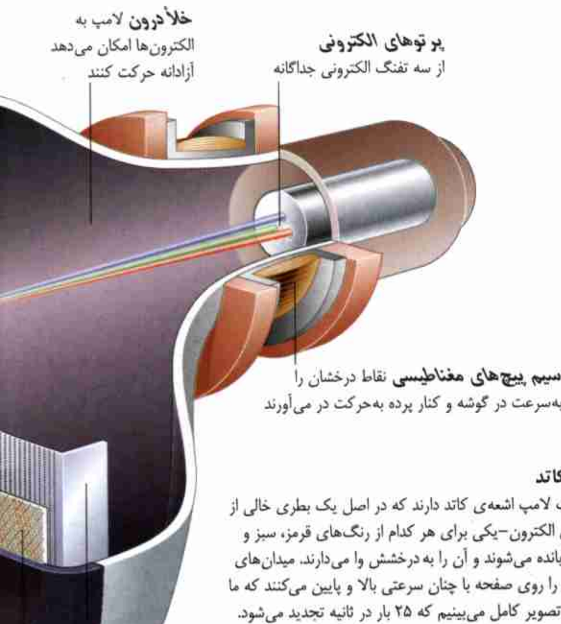


امتیازات دیجیتال ◀
رادیوی دیجیتال فقط به یک مجموعه فرکانس تنظیم می‌شود و به‌همین دلیل وقتی در حال حرکت هستید نیازی به چرخاندن رادیو و قرار گرفتن آن در مسیر آنتن نیست. پخش دیجیتال نیز در مقابل تداخل‌ها مقاوم است چون به‌طور همزمان از فرکانس‌های فراوان و متعددی استفاده می‌کند. تداخل معمولاً فقط در تعداد اندکی از فرکانس‌ها اثر می‌گذارد و در نتیجه، اثر چندانی بر کلیت برنامه نمی‌گذارد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ امواج انرژی ۹۸-۹۹ • صوت ۱۰۰-۱۰۱ • الکترومغناطیس ۱۳۴-۱۳۵

تلویزیون

تلویزیون تصویر گرفته شده توسط دوربین را به مجموعه‌ای از داده‌ها تبدیل می‌کند که می‌تواند از طریق کابل یا پخش امواج رادیویی به جای دیگر فرستاده شود. اکنون بسیاری از خانه‌ها سیگنال‌های تلویزیونی را از ماهواره‌هایی که در مدار زمین قرار دارند می‌گیرند. **تلویزیون دیجیتال** یکی از مهم‌ترین کشفیات اخیر است که به ما امکان می‌دهد دامنه‌ی وسیع‌تری از برنامه‌ها را تماشا کنیم و با تلویزیون‌های خود تعامل داشته باشیم.



خلأ درون لامپ به الکترون‌ها امکان می‌دهد آزادانه حرکت کنند

پرتوهای الکترونی از سه تفنگ الکترونی جداگانه

سیم پیچ‌های مغناطیسی نقاط درخشان را به‌سرعت در گوشه و کنار پرده به‌حرکت در می‌آورند

ماسک سایه برای مقاومت در برابر گرما از فولاد ساخته شده

نقاط فسفری چاپ شده بر روی شیشه به سه رنگ می‌درخشند

▲ لامپ اشعه‌ی کاتد

بیش‌تر تلویزیون‌ها یک لامپ اشعه‌ی کاتد دارند که در اصل یک بطری خالی از هوا است. سه باریکه‌ی الکترون–یکی برای هر کدام از رنگ‌های قرمز، سبز و آبی–بر روی صفحه تابانده می‌شوند و آن را به درخشش وا می‌دارند. میدان‌های مغناطیسی نقاط روشن را روی صفحه با چنان سرعتی بالا و پایین می‌کنند که ما آن‌ها را به‌صورت یک تصویر کامل می‌بینیم که ۲۵ بار در ثانیه تجدید می‌شود.

درون یک تلویزیون صفحه تخت

فیلتر نور را – به جز امواجی که در جهت پهلو به پهلو قرار دارند– سد می‌کند

نور پس زمینه تمام صفحه را با نور سفید روشن می‌کند

امواج نوری بالا به پایین نمی‌توانند از فیلتر پهلو به پهلو بگذرند

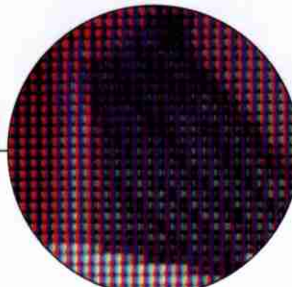
فیلتر امواج نوری را انتخاب می‌کند که در جهت بالا – پایین قرار دارند

کریستال مایع در هنگامی که عنصر تصویر تیره یا سیاه است غیرفعال می‌ماند

فیلترهای رنگی برای رنگ‌های قرمز، سبز و آبی تمام رنگ‌ها را می‌سازند

فیلترهای رنگی قرمز، سبز و آبی تمامی رنگ‌ها را تولید می‌کنند

امواج تاب خورده‌ی نور عبور می‌کنند تا قسمت‌های روشن تصویر شکل بگیرد



صفحه ی LCD
۱۰ برابر بزرگ شده

▲ صفحه‌ی تخت

لامپ‌های اشعه کاتد طول زیادی دارند لذا مهندسین دو نوع صفحه‌ی تخت ساخته‌اند که یکی می‌تواند مانند قاب عکس روی دیوار قرار گیرد. صفحه‌های پلاسما هزاران لامپ ریز دارند که الکتریسیته در آن‌ها گاز را وا می‌دارد تا درخششی قرمز، سبز یا آبی به‌دست آورد. نمایشگر کریستال مایع (LCD) از هزاران فیلتر کوچک قرمز، سبز و آبی در مقابل یک نور سفید به اندازه کل صفحه استفاده می‌کند.

ارسال سیگنال های تلویزیونی



◀ استودیوی تلویزیون

در استودیو، یک عدسی تصویری را بر روی ریزتراشه‌ی حساس به نور در داخل یک دوربین می‌تاباند. میزان روشنایی هر نقطه از تصویر روی تراشه خوانده می‌شود و سیگنالی به‌وجود می‌آید که به اتاق فرمان می‌رود. این سیگنال با سیگنال‌های ارسالی توسط دوربین‌های دیگر ترکیب می‌شود و یک برنامه‌ی کامل شکل می‌گیرد. این برنامه را معمولاً ضبط و برای پخش در آینده آماده می‌کنند.



◀ به طرف فضا

آنتن‌های دیسکی بزرگ در ایستگاه‌های زمینی برنامه‌های تلویزیونی را از یک کشور به کشوری دیگر می‌فرستند. برنامه‌ها ابتدا به یک ماهواره فرستاده می‌شوند که آن‌ها را به ایستگاه‌هایی در کشور گیرنده ارسال می‌کنند. ایستگاه‌های زمینی همچنین برنامه‌هایی را به ماهواره‌ها می‌فرستند که توسط ماهواره‌ها مستقیماً به خانه‌ها ارسال می‌شوند.



◀ ماهواره

ماهواره‌ها، مثل این ماهواره، می‌توانند برنامه‌های تلویزیونی را از فراز اقیانوس‌ها به خانه‌ها برسانند. هر ماهواره مانند یک ایستگاه تلویزیونی بر روی برجی به ارتفاع تقریبی ۳۶۰۰۰ کیلومتر است. وضعیت آن نسبت به زمین هرگز تغییر نمی‌کند و به همین دلیل ارسال برنامه‌ها به آن و دریافت آن‌ها توسط افراد مختلف بر روی زمین آسان است. اخبار زنده اغلب توسط ماهواره پخش می‌شود.



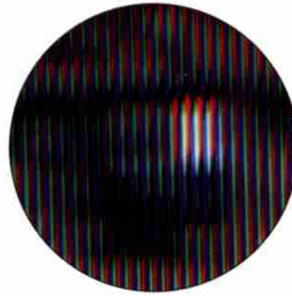
◀ تلویزیون زمینی

هنوز هم بسیاری از مردم سیگنال‌های تلویزیونی خود را از دکل‌های مستقر بر روی زمین دریافت می‌کنند. آنتن فرستنده در ارتفاع بالا نصب می‌شود تا حتی الامکان سیگنال‌ها را به مردم بیش‌تری برساند. تلویزیون زمینی نمی‌تواند مانند تلویزیون ماهواره‌ای کانال‌های فراوان داشته باشد. حتی با فناوری دیجیتال نیز این امر غیرممکن است چون تلویزیون زمینی با فرکانس‌های رادیویی کم‌تری کار می‌کند.

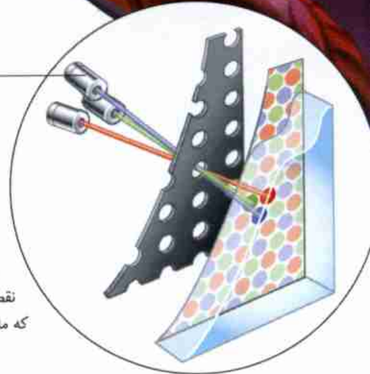
نیز نگاه کنید به ◀◀ سینما ۱۲۰-۱۲۱ ● رنگ ۱۲۲-۱۲۳ ● رادیو ۱۴۳ ● ماهواره‌های مصنوعی ۱۸۹

ویدیو

دوربین‌های ویدیو دوربین‌های تلویزیونی کوچکی هستند که می‌توانند تصاویر را بر روی یک دستگاه ضبط قابل حمل (مثل نوار درون خود و یا حافظه‌ی دیجیتال دوربین) ثبت کنند. تصاویر تلویزیونی تا سال ۱۹۵۶ اغلب ضبط نمی‌شدند. در این سال اولین دستگاه ضبط نوار ویدیویی اختراع شد. امروزه از دوربین‌های کوچک و همه کاره برای ثبت آخرین خبرهای سراسر جهان، تعطیلات خانوادگی و موقعیت‌های خاص استفاده می‌شود.



▲ **صفحه راه راه**
در بسیاری از لامپ‌های اشعه‌ی کاتد ماسک سایه شکاف‌هایی عمودی دارد و رنگ‌ها روی صفحه به‌صورت نوارهایی عمودی مرتب می‌شوند. این تصویر یک صفحه‌ی تلویزیون است که پنج بار بزرگ‌تر نشان داده شده است. این گونه لامپ‌ها تصاویر روشن‌تری در اختیار می‌گذارند.



تفنگ‌های الکترونی
که به‌صورت مثلث چیده شده‌اند

▶ **خلق رنگ**
یک لامپ اشعه‌ی کاتد رنگی تصاویر قرمز، سبز و آبی را از سه تفنگ الکترونی جداگانه می‌گیرد و با هم ترکیب می‌کند و نقاط کوچک فسفری بر روی شیشه‌ی صفحه به‌صورت گروه‌های سه‌تایی تابیده می‌شود. تصاویر نقطه‌ای قرمز، سبز و آبی از دور به‌گونه‌ای دیده می‌شوند که ما فکر می‌کنیم عکس تماماً رنگی است.

دوربین خانگی ◀
دوربین‌های خانگی با پیشرفت میکروالکترونیک و ساخت تراشه‌های بهتر و حسگرهای کوچک‌تر روز به روز کوچک‌تر شده‌اند. دوربین‌های خانگی اولیه برای گرفتن و نمایش تصویر از لامپ‌های اشعه‌ی کاتد استفاده می‌کردند. اما اکنون بیش‌تر آن‌ها از حسگرهای CCD و نمایشگر رنگی کریستال مایع (LCD) بهره می‌برند.

دوربین خانگی به‌اندازه‌ای کوچک است که کف دست جا می‌شود

صفحه‌ی (LCD)
چیزی را که فیلمبرداری می‌شود نشان می‌دهد



▶ **دوربین ویدیویی حرفه‌ای**
دوربین‌های حرفه‌ای برای ثبت جزئیات بیش‌تر از نوارهای پهن‌تر استفاده می‌کنند. عدسی‌های قوی آن‌ها و بدنه‌ی محکمشان کمک می‌کنند که تصاویری عالی گرفته و تقریباً از هر نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر ارسال شود. جدیدترین دوربین‌ها تصاویر را به‌صورت دیجیتال ضبط می‌کنند که نیمی از ظرفیت نوار را مصرف می‌کند چون اطلاعات غیرضروری ضبط نمی‌شوند.



دوربین بر روی سه پایه نیازی به اپراتور ندارد

جعبه‌ی مخابره‌ی سیگنال‌ها را دریافت و پردازش می‌کند

سلول‌های خورشیدی الکتریسیته‌ی لازم را از نور خورشید تولید می‌کنند

حسگر با نیروی شارژ حقیقی CCD ◀
حسگر CCD قلب یک دوربین ویدیویی جدید است. این ریزتراشه تصویر را از لنز دوربین می‌گیرد و به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. وقتی حسگر در مقابل تصویر قرار می‌گیرد هزاران عنصر حساس به نور بسیار کوچک بر روی سطح حسگر با الکتریسیته باردار می‌شود. هر عنصر بار الکتریکی خود را به همسایه‌اش می‌دهد تا تمام بارهایی که تصویر را تشکیل می‌دهند به‌ترتیب خوانده شوند.

تلویزیون دیجیتال

تلویزیون معمولی ۲۵ بار در هر ثانیه تصویر جدیدی را مخابره می‌کند، حتی اگر هیچ چیز در تصویر تغییر نکرده باشد. تلویزیون دیجیتال قسمت‌های تغییرنیافته‌ی تصویر را فقط یک بار ارسال می‌کند. گیرنده‌ها هستند که این قسمت‌ها را آن‌قدر تکرار می‌کنند تا نیاز به تغییرشان باشد. از آنجا که اطلاعات غیرمفید مخابره نمی‌شود جای کافی برای کانال‌های بیش‌تر به‌وجود می‌آید.



▲ **تلویزیون تعاملی**
برخی تلویزیون‌های دیجیتال و تلویزیون‌های مجتمع به رایانه‌هایی مجهزند که برنامه‌ها را کشف رمز می‌کنند. از این تلویزیون‌ها می‌توان در خدمات دیگری همچون تعامل از طریق تلویزیون مورد استفاده قرار داد. بیننده‌ها با فشار دادن دکمه‌های کنترل از راه دور از طریق خط تلفن خود فرامینی ارسال می‌کنند. آن‌ها سپس می‌توانند نمای دیگری از یک مسابقه‌ی فوتبال، قیمت‌ها در یک کانال بازاریابی، و یا شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی را دریافت کنند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ دوربین ۱۱۸-۱۱۹ • میکرو الکترونیک ۱۴۲

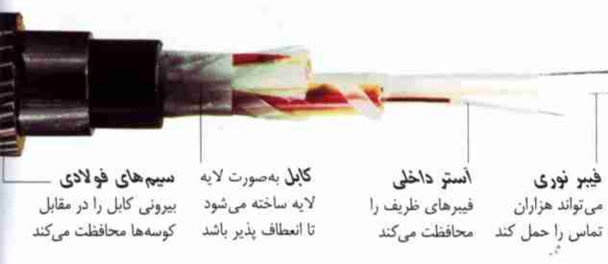
مخابرات راه دور

مخابرات راهِ دور یا ارتباطات راه دور بیش از ۱۶۰ سال قبل با استفاده از تلگراف و تلفن از طریق سیم آغاز شد. هنوز هم از سیم استفاده می‌کنیم. اما اکنون شبکه‌ای از **فیبرهای نوری**، رادیو و ماهواره تمام نقاط دنیا را به یکدیگر وصل کرده است. این ماشین اکنون در کنترل شماست و فقط کافی است گوشی تلفن را بردارید.



فیبر نوری

برای ارسال سیگنال‌ها می‌توان از نور استفاده کرد–مثلاً با استفاده از چراغ قوه. اما نوری که به هوا فرستاده می‌شود توسط اجسامی که سر راهش قرار می‌گیرند متوقف می‌شود. فیبر نوری نور را در داخل یک باریکه‌ی بسیار نازک شیشه‌ای محبوس می‌کند. نور از سطح شیشه به درون بازتابیده می‌شود و قادر به فرار نیست. یک فیبر نوری می‌تواند پالس‌های نور لیزر را تا کیلومترها هدایت کند بعضی فیبرها نور را تقویت کرده و سیگنال‌ها را به آن طرف دنیا می‌فرستند.



کابل‌های زیردریایی ◀
وقتی لازم باشد فیبر نوری را در بستر دریا قرار دهند آن‌ها را به‌شدت محافظت می‌کنند. هر کابل حاوی چندین فیبر است. بعضی از این فیبرها ممکن است تا مدت‌ها مورد نیاز نباشند اما این«فیبرهای تاریک» در زمان‌هایی که بار تلفن‌ها بر روی خط سنگین می‌شود می‌توانند وارد عمل شده و مورد استفاده قرار گیرند.

فیبر نوری می‌تواند هزاران تماس را حمل کند

آستر داخلی فیبرهای ظریف را محافظت می‌کند

کابل به‌صورت لایه لایه ساخته می‌شود تا انعطاف پذیر باشد

سیم‌های فولادی بیرونی کابل را در مقابل کوسه‌ها محافظت می‌کنند

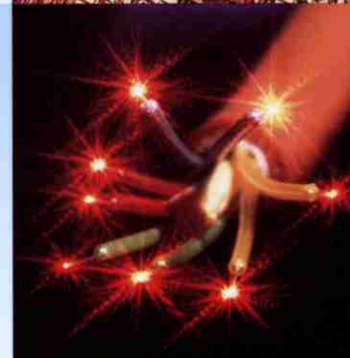
برقراری یک ارتباط تلفنی



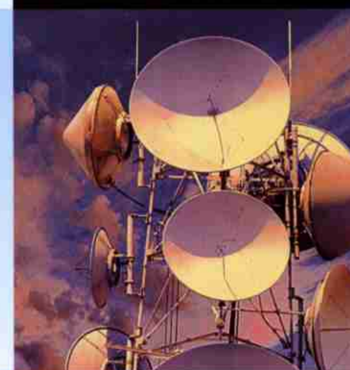
◀ شماره‌گیری
با فشار دادن دکمه‌های تلفن سیگنال‌هایی از طریق سیم‌ها به جعبه‌ی تقسیم محلی تلفن ارسال می‌شود. یک نقشه‌ی شماره گیری، ذخیره شده در یک رایانه در محل تقسیم، به آن می‌گوید که چه موقع شماره‌ی گرفته شده کامل شده است. اگر تلفنی که شماره‌گیری شده به جعبه تقسیم دیگری تعلق داشته باشد، جعبه تقسیم محلی سیگنال‌هایی را به جعبه تقسیم‌های دیگر می‌فرستد تا خط برای مکالمه باز شود.



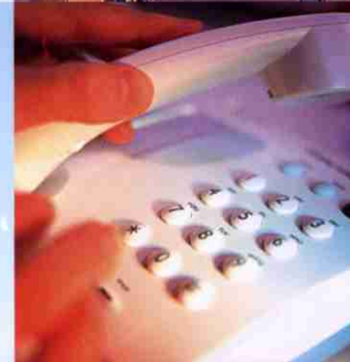
◀ حلقه‌ی محلی
بیش‌تر تلفن‌های انجام شده از تلفن‌های ثابت از طریق سیم‌های مسی به جعبه تقسیم‌های محلی ارسال می‌شوند. هر تلفن کارت خط خاص خود را دارد – مداری که به‌طور دائم به تلفن وصل است. وقتی گوشی تلفن را برمی‌دارید این کارت خط با ارسال بوق آزاد به شما پاسخ می‌دهد و همچنین تماس شما را به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کند تا بتواند توسط رایانه‌ای که خط را مشخص می‌کند پردازش شود.



◀ کابل فیبر نوری
امروزه تقریباً تمام تماس‌های تلفنی بین شهرهای بزرگ به‌صورت لیزری و از طریق رشته‌های شیشه‌ای نازک به‌نام فیبر نوری انجام می‌شود. لیزر با سرعتی بسیار بالا خاموش و روشن می‌شود و کدهای دیجیتال پرسرعت را ارسال می‌کند. کدبندی هوشمند تا آنجا که ممکن بوده تماس‌های مختلف فراوانی را در هر فیبر نوری، هر چند به‌طور فشرده جا داده است؛ اما این امکان را به آن‌ها می‌دهد که وقتی به جعبه تقسیم تلفن بعدی می‌رسند دوباره از هم جدا شوند.



◀ ارتباط میکروویو (ریزموج)
بعضی تماس‌های تلفنی، به خصوص تماس با نقاط دور افتاده، بخشی از سفر خود را با سوار شدن بر یک باریکه‌ی میکروویو (ریزموج) انجام می‌دهند. این موج‌های بسیار کوتاه توسط یک منعکس کننده‌ی بشقابی شکل بر روی یک برج متمرکز شده و از آنجا در یک خط مستقیم به‌سمت هدف ارسال می‌شوند. ارتباطات میکروویو بسیار سریع و کم هزینه است زیرا نیازی به حفر تونل و یا برپایی برج‌ها و دکل‌های بلند برای حمل و نگهداری سیم‌ها و فیبرها ندارد.



◀ بالاخره خانه
تلفن در نهایت به جعبه تقسیم محلی مقصد وارد می‌شود که پس از پردازش شماره‌ای که گرفته‌اید به‌سمت کارت خط مورد نظر هدایت می‌شود و در آن‌جا سیگنال دوباره به‌شکل آنالوگ در می‌آید. یک جریان متناوب زنگ تلفن مقصد را به صدا درمی‌آورد. وقتی گوشی برداشته می‌شود، کلیدی در گیرنده مداری را کامل می‌کند و زنگ تلفن قطع و تماس برقرار می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ امواج انرژی ۹۸-۹۹ • لیزر ۱۱۲ • مخابرات همراه ۱۴۷

مخابرات همراه

مخابرات همراه تماس رادیویی مستقیم با افراد در حال حرکت را مسیر می‌سازد. ارتباط حتی در موارد اضطراری تقریبا بلافاصله برقرار می‌شود. رادیو بیش از یک قرن قبل به‌عنوان وسیله‌ای برای تماس با کشتی‌ها اختراع شد. اکنون ترانزیستورها و ریزتراشه‌ها ساخت تجهیزات رادیویی نیرومند و استفاده از آن‌ها در اتومبیل‌ها و کشتی‌های کوچک را ممکن ساخته است. برخلاف **تلفن همراه**، مخابرات همراه به شبکه‌ی تلفن ثابت متکی نیست.

بعضی اتصال‌های عمده‌ی فیبر نوری

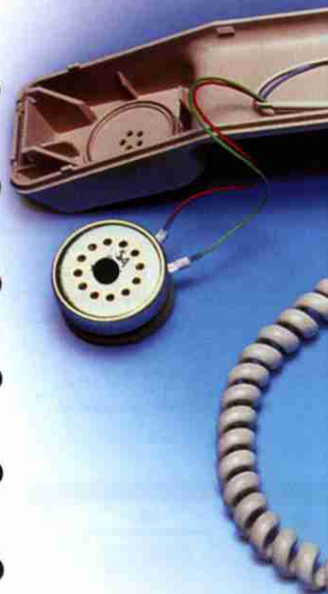
اسم	فاصله به کیلومتر	ظرفیت *
فلگ فی (ژاپن - انگلستان)	۱۴۰۰۰	۱۶۳۸۴۰
ژاپن- آمریکا شبکه‌ی کابلی	۱۰۵۰۰	۶۵۵۳۶۰
فلگ فا - ۱ (انگلستان - آمریکا)	۷۰۰۰	۱۳۱۰۷۲۰
فرا اطلس ۲ (انگلستان- آمریکا)	۷۰۰۰	۱۰۷۳۷۴۱۸

* تماس‌های تلفنی هم‌زمان



▶ **خدمات اضطراری**
برای خدمات اورژانس، پلیس و آتش نشانی شبکه رادیویی (بی‌سیم) است زیرا رادیو دو معنا دارد؛ رادیو و بی‌سیم. برخی از این شبکه‌ها می‌توانند داده‌هایی مانند نقشه‌ها و همچنین حرف‌ها را پردازش کنند. پیام‌ها از یک فرستنده‌ی مرکزی به وسایل نقلیه متعددی ارسال می‌شود که هر کدام برای پاسخ‌دادن از یک کانال استفاده می‌کنند. به همین دلیل، مکالمات باید کوتاه باشد و حرف‌ها خصوصی نیستند.

تلفن چگونه عمل می‌کند



۱ وقتی گوشی از روی تلفن برداشته می‌شود سوییچی به‌کار می‌افتد و به جعبه تقسیم محلی می‌گوید که شما قصد برقراری تماس را دارید.

۲ فشار دادن هر دکمه دو بوق را ارسال می‌کند که مشخص کننده‌ی ردیف و ستونی است که دکمه در آن قرار دارد.

۳ دکمه‌ها باید به ترتیب صحیح فشار داده شوند وگرنه جعبه تقسیم بوق‌ها را شناسایی نمی‌کند و مسیر صحیح را تشخیص نمی‌دهد.

۴ سیم‌های مسی درون کابل پلاستیکی مکالمه را بین دو جعبه تقسیم به‌صورت امواج الکتریکی حمل می‌کنند.

۵ مدارهای الکترونیکی سیگنال‌های کلامی را تنظیم و تقویت می‌کنند تا راحت‌تر شنیده شوند.

۶ مدارهای دیگر با استفاده از جریان متناوب از جعبه تقسیم بلندگو را راه می‌اندازند و تلفن زنگ می‌زند.

۷ میکروفونی در قسمت دهانی به ارتعاش در می‌آید و صدای شخص را بازسازی کرده و به آن سوی خط می‌فرستد.

۸ صفحه‌ای در قسمت دهانی به ارتعاش در می‌آید و ارتعاشات صدای شما را به‌صورت یک سیگنال الکتریکی شبیه سازی می‌کند که این سیگنال به یک تقویت کننده در تلفن می‌رود.

تلفن‌های همراه

تلفن‌های همراه از رادیو و خطوط زمینی برای ارسال تماس‌ها استفاده می‌کنند. تماس ابتدا توسط یک ایستگاه پایه‌ی نزدیک دریافت و از طریق خطوط زمینی به ایستگاه پایه‌ی دیگر و یا به یک تلفن ثابت ارسال می‌شود. ایستگاه‌های پایه قدرت پایینی دارند و به‌همین دلیل با یکدیگر تداخل نمی‌کنند و امکان تماس میلیون‌ها نفر با یکدیگر و استفاده از فقط چند فرکانس معدود را میسر می‌سازند.

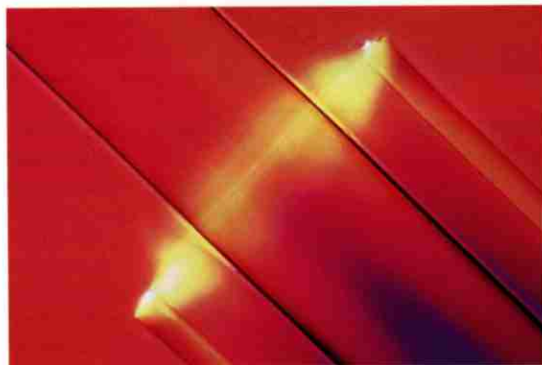


لنز دوربین برای گرفتن عکس

نمایشگر کریستال مایع تصویری را که فرستاده و دریافت شده نشان می‌دهد

دکمه‌ها سیگنال‌هایی را به رایانه‌ی گوشی ارسال می‌کنند

معجزه‌ی مینیاتوری ◀
یک گوشی تلفن همراه جیبی حاوی بیش از یک رایانه و همچنین یک فرستنده‌ی رادیویی مایکروویو است. وقتی آن را روشن می‌کنید، گوشی نزدیک‌ترین ایستگاه پایه را پیدا می‌کند و به آن وصل می‌شود و در نتیجه سیستم جای آن را می‌داند. اگر از محدوده خارج شوید، گوشی بلافاصله ایستگاه دیگری را پیدا می‌کند و در صورت نیاز خود را با آن تطبیق می‌دهد.



▲ **ساختار یک فیبر**
شیشه‌ی فیبر نوری چنان خالص است که از ورای طول چندین کیلومتری آن نیز می‌توانید ببینید- حتی شفاف‌تر از نور نامریی لیزری است که آن را حمل می‌کند. هسته‌ی داخلی آن با لایه‌ای از شیشه‌ای کم‌تر سنگین پوشانده شده و نور از محل تماس دو شیشه منعکس و در نتیجه محبوس می‌شود. یک روکش پلاستیکی فیبرها را در برمی‌گیرد تا کار کردن با آن‌ها آسان‌تر باشد.





▶ **آنتن استتار شده**
با افزایش تعداد مردمی که از شبکه همراه استفاده می‌کنند این شبکه لازم است به منطقه‌های کوچک‌تری تقسیم شود که هر کدام ایستگاه پایه خود را دارد. به این ترتیب، روز به روز به آنتن‌های بیش‌تری نیاز خواهد بود که برخی ممکن است به شکل یک درخت استتار شده باشند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ الکترونیک ۱۳۸-۱۳۹ • رادیو ۱۴۳ • مخابرات راه دور ۱۴۶

رایانه

رایانه یا کامپیوتر ماشینی الکترونیکی است که از دستوراتی که به آن داده می‌شود مبنی بر این که چگونه اطلاعات را به شکلی مفیدتر ارائه دهد اطاعت می‌کند. **سخت افزار** دستگاه، شامل قطعاتی چون صفحه نمایش یا نمایشگر است. سخت افزار دستورات را به‌صورت یک برنامه رایانه‌ای یا **نرم افزار** ذخیره می‌کند. سخت‌افزار و نرم‌افزار در همکاری با یکدیگر داده‌های دریافتی را به چیزی که بتوانیم استفاده کنیم تغییر می‌دهند. به‌عنوان مثال، یک لیست بلند بالای اعداد را می‌توان به‌صورت یک تصویر رنگین ارائه داد.

```
if (color_area_rgb_buf == NULL ||
    color_area_rgb_buf_size < height * rowstride)
  {
    if (color_area_rgb_buf)
  g_free (color_area_rgb_buf);
    color_area_rgb_buf = g_malloc (color_area_rgb_buf_size * rowstride * height);
  }

bp = color_area_rgb_buf;
for (xx = 0; xx < width; xx++)
  {
    *bp++ = r;
    *bp++ = g;
    *bp++ = b;
  }

bp = color_area_rgb_buf;

#ifdef DISPLAY_FILTERS
for (list = color_area_gdisp->cd_list; list; list = g_list_next (list))
  {
    ColorDisplayNode *node = (ColorDisplayNode *) list->data;
```

▲ زبان رایانه
این صفحه نمایش قسمت کوچکی از یک برنامه‌ی قادر به تغییر دادن تصاویر را نشان می‌دهد. این برنامه به زبان رایانه (به‌نام C) نوشته شده است که باید به کد ترجمه شود تا رایانه بتواند آن را مورد استفاده قرار دهد. زبان‌های رایانه قوانین قاطعی دارند و به سهولت ممکن است دچار اشتباه شویم. بنابر این قبل از این که برنامه‌ها مورد استفاده قرار گیرند باید از چرخه‌های متعدد اصلاح و آزمایش عبور کنند.

ترکیب‌کردن تصاویر ▲
برای قرار دادن زنبور بر روی گل، برنامه آن دو را همراه با داده‌های توصیف کننده‌ی طرح کلی زنبور در حافظه‌ی خود نگه می‌دارد. سپس تمام نقاطی از گل را که در زیر طرح کلی زنبور قرار می‌گیرند پیدا کرده و آن‌ها را با داده‌های مربوط به تصویر زنبور جایگزین می‌کند.

سخت افزار

بدنه‌ی رایانه و دستگاه‌هایی که به آن وصل می‌شوند، مانند صفحه کلید، سخت افزار نامیده می‌شود. بدنه اصلی رایانه شامل قطعاتی است که اطلاعات را ذخیره و پردازش می‌کنند. دیسک سخت نیز که اطلاعات و برنامه‌ها و پرونده‌ها را به‌طور دایمی ذخیره می‌کند از جمله سخت افزار است. حافظه‌ی الکترونیکی سریع اطلاعات پردازش شونده را به‌طور موقت در خود نگه می‌دارد. تراشه‌ای به‌نام پردازشگر بیش‌تر کارها را انجام می‌دهد– البته با کمک بقیه‌ی اجزایی که هر کدام کار خاصی انجام می‌دهد، مثل نمایش تصاویر.





چاپگر جوهرافشان ◄
چاپگرها کدهایی را از رایانه دریافت می‌کنند که به آن‌ها می‌گوید هر نقطه از تصویر باید چه رنگی باشد. سپس چاپگر قطرات بسیار ریزی از جوهر را در نقطه‌های مربوطه می‌پاشد تا رنگ مورد نظر ایجاد شود.

صفحه نمایش تصویر چیزی را که باید چاپ شود نشان می دهد



دیسک سخت
برای ذخیره‌ی برنامه‌ها و داده‌ها

ستون دیسک‌های پوشش یافته با یک ماده‌ی مغناطیسی در هر دو طرف

هد خواندن – نوشتن
روی دیسک حرکت می‌کند و داده‌ها را به‌طور مغناطیسی ثبت یا احساس می‌کند

کابل نواری داده‌ها
را به کنترل کننده‌ی دیسک حمل می‌کند

مدارهای الکترونیکی
خواندن و ضبط داده‌ها روی دیسک را کنترل می‌کنند

کنترل کننده‌ی دیسک
با رایانه «حرف می‌زند»

▶ دیسک سخت
دیسک سخت رایانه (معمولا چند دیسک که با هم می‌چرخند) اطلاعات دایمی را به‌صورت نقاطی مغناطیسی بر روی سطح دیسک‌ها ذخیره می‌کند. دیسک سخت کندتر از آن است که هم‌پای پردازشگر حرکت کند، بنابر این ابتدا باید تمام داده‌ها را از روی دیسک به‌یک حافظه سریع به‌نام حافظه‌ی دسترسی تصادفی (RAM) منتقل کرد. به محض این که رایانه خاموش می‌شود تراشه‌های این حافظه نیز خاموش می‌شوند و اطلاعات آن پاک می‌شود. بنابراین داده‌های جدیدی که دوباره مورد نیاز خواهند بود باید روی دیسک سخت ذخیره شوند.

بیت و بایت

بیت	کوچک‌ترین واحد اطلاعات
بایت	هشت بیت
کیلوبایت	۱۰۲۴ بایت
مگابایت	۱۰۲۴ کیلوبایت
گیگابایت	۱۰۲۴ مگابایت

اطلاعات در رایانه به شکل بیت ذخیره و پردازش می‌شود. یک بیت می‌تواند یکی از فقط دو چیز مختلف، مثل «آری» و «نه» باشد. به‌عنوان مثال، اطلاعات به‌صورت نقاط مغناطیسی که مغناطیس آن‌ها به‌سمت بالا یا پایین قرار دارد روی دیسک سخت ذخیره می‌شود. وقتی بیت‌ها با یکدیگر گروه می‌شوند انتخاب‌های بیش‌تری به‌وجود می‌آید. هر بیت اضافی احتمالات را دو برابر می‌کند؛ بنابراین، یک بایت می‌تواند نماینده‌ی ۲۵۶ چیز مختلف باشد. یک رایانه‌ی امروزی قادر است بیلیون‌ها بیت اطلاعات را در هر ثانیه پردازش و تا صدها گیگابایت را بر روی دیسک سخت خود ذخیره کند.

نرم افزار

رایانه به نرم افزار (شامل مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها به نام برنامه) نیاز دارد که به آن بگوید چه کاری انجام دهد. برنامه‌های مختلف به ما امکان می‌دهند نامه بنویسیم، بازی کنیم و یا به اینترنت وصل شویم. زبان‌ها باید به دستورالعمل‌هایی ترجمه شوند که توسط ریزپردازنده‌ی رایانه قابل درک باشند.



صفحه نمایش بیش از دو میلیون نقاط رنگی جدا از هم دارد

دوربین شبکه‌ای می‌تواند تصاویر را از طریق اینترنت ارسال کند

▲ تغییر رنگ
برای تغییر رنگ زرد به آبی یک برنامه‌ی گرافیکی به‌درون تمام کدهایی که تصویر را تشکیل داده‌اند سرک می‌کشد. وقتی کد زرد را پیدا می‌کند آن را به کد مربوط به کد آبی تغییر می‌دهد.

مانیتور (نمایشگر) از فناوری جدید برای نازک‌تر و سبک‌تر شدن بهره می‌برد

صفحه نگه دارنده‌ی سی دی بیرون می‌آید تا بتوان سی‌دی را در آن قرار داد و استفاده کرد

◄ رایانه‌ی شخصی
امروزه رایانه‌های شخصی ممکن است به نمایشگر رنگی بزرگ، بلندگوهای قوی و حتی احتمالا دوربین مجهز باشند. این رایانه‌ها هزاران بار نیرومندتر از رایانه‌هایی هستند که حدود سی سال قبل ساخته می‌شدند. آن رایانه‌ها آن قدر بزرگ بودند که تمامی یک اتاق را پر می‌کردند. این پیشرفت حاصل اختراع ریزپردازنده در سال ۱۹۷۱ است که یک ریزتراشه‌ی کوچک را جایگزین صدها قطعه جداگانه‌ی رایانه کرد.

کاغذ باید دارای پوشش خاصی باشد تا تصویری روشن‌تر و دقیق‌تر چاپ شود

بلند گوها توسط مدارهای صوتی داخل رایانه اداره می‌شوند

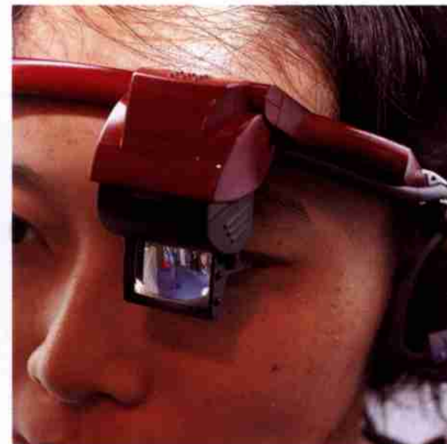
پردازشگر و دیسک سخت در داخل قاب رایانه از نظر پنهان هستند

صفحه کلید کدهای مربوط به دکمه‌ها را به رایانه می‌فرستد

ماوس (موش واره) حاوی یک حسگر حرکتی است که سیگنال‌هایی را به پردازشگر می‌فرستد



◄ رایانه‌ی شخصی قابل نصب
تمام رایانه‌ها توسط افرادی که پشت میز نشسته‌اند استفاده نمی‌شوند. بعضی را می‌توان مثل ساعت با خود حمل کرد- مثل این رایانه بسیار کوچک. تصویری که توسط رایانه (که در جیب یا در قاب آویزان از کمربند حمل می‌شود) مستقیما به چشم حمل کننده‌ی آن ارسال می‌شود. این گونه رایانه‌ها دست‌های استفاده کننده از آن‌ها را آزاد می‌گذارند تا بتواند به کارهای دیگرش بپردازد. به عنوان مثال، تکنسین‌های سرویس هواپیما می‌توانند راهنمای خدمات هواپیما را هنگام کار کردن در مقابل چشم داشته باشند.

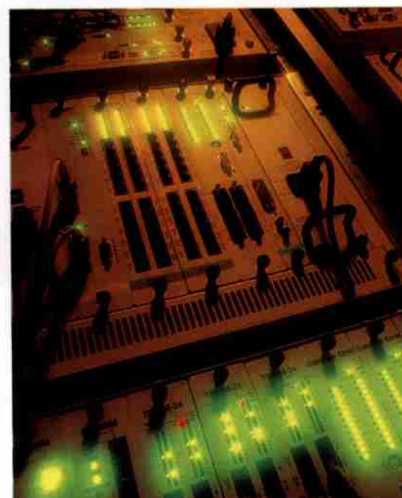


◄ دنیای مجازی
این بازی شبیه ساز پرواز به سخت افزار و نرم افزار پیچیده ای نیاز دارد. دنیای مجازی به صورت فهرستی از اعدادی که تمام نقاط دنیا و چگونگی ارتباط آن ها با یکدیگر را مشخص می کند ذخیره می شود. رایانه چگونگی ظاهر آن را پیدا می کند و با سرعت ۲۵ بار در ثانیه اعداد مشخص کننده ی رنگ هر نقطه را به صفحه نمایش می فرستد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ رنگ ۱۲۲-۱۲۳ • الکترونیک دیجیتال ۱۴۰-۱۴۱ • میکرو الکترونیک ۱۴۲ • اینترنت ۱۵۲-۱۵۳

شبکه‌های رایانه‌ای

یک شبکه رایانه‌ای چندین کامپیوتر را به یکدیگر متصل می‌کند. آن‌ها در اتصال با یکدیگر می‌توانند کار خیلی بیش‌تری نسبت به فقط یک رایانه انجام دهند. شبکه‌های اداری به افراد کمک می‌کنند به‌صورت یک تیم کار کنند. در خانه، شبکه به دو یا چند کامپیوتر امکان می‌دهد از یک چاپگر مشترک استفاده کنند. شبکه‌های پوشش محلی (LAN) می‌توانند به شبکه‌های پوشش گسترده (WAN) که یک کشور یا منطقه‌ی وسیعی از کره‌ی زمین را پوشش می‌دهند وصل شوند.



▶ **روترها**
شبکه‌ها اغلب حاوی وسایلی هستند که باعث بهتر کارکردن آن‌ها می‌شوند. در شبکه‌های بزرگ، روترها و پل‌ها جریان اطلاعات را کنترل می‌کنند. روترها داده را به جایی که نیاز است، می‌فرستند. پل‌ها دو شبکه‌ی کوچک را به‌هم متصل می‌کنند و می‌توانند با دیدن داده‌هایی از بخش‌های دیگر از بعضی از بخش‌های یک شبکه چشم پوشی کنند. ساده‌ترین وسیله، یک هاب، چندین رایانه را به یک منبع به اشتراک گذاشته شده مانند چاپگر متصل می‌کنند.

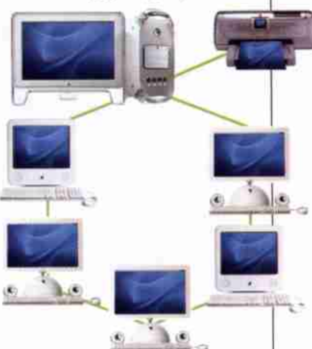
شبکه‌های پوشش محلی

شبکه‌ی خطی



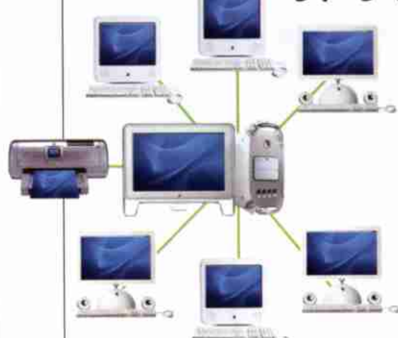
اتصال یک شبکه‌ی پوشش محلی معمولا با کابل‌هایی نظیر کابل‌های مورد استفاده برای تلفن انجام می‌شود. متداول‌ترین سیستم شبکه‌ای اترنت است که ارتباط تا ۱۲ مگابایت در ثانیه را میسر می‌سازد. شبکه‌ی اترنت می‌تواند یک شبکه‌ی خطی باشد (که به آن شبکه‌ی اتوبوسی هم می‌گویند) و یا یک شبکه‌ی ستاره‌ای. رایانه‌ای که به آن رایانه ی مادر یا سرور شبکه گفته می‌شود ارتباطات درون شبکه را کنترل می‌کند.

شبکه‌ی حلقوی



در شبکه‌ی حلقوی رایانه ها در یک حلقه به یکدیگر وصل هستند. داده‌ها حلقه را دور می‌زند و به دستگاهی که آن را ارسال کرده بود باز می‌گردد و دستگاه ارسال کننده قسمتی از داده‌ها را عوض می‌کند تا نشان دهد آن را به‌درستی دریافت کرده است.

شبکه‌ی ستاره‌ای



دریک شبکه‌ی ستاره‌ای، هر رایانه با کابل جداگانه به رایانه مادر وصل است. این نوع اتصال قابل اعتمادتر از اتصال به‌صورت شبکه‌ی خطی است، چون قطع شدن یک سیم فقط بر یک یا دو رایانه اثر می‌گذارد.



اتصال‌ها (به رنگ نارنجی و قرمز) با سرعت‌های پایین‌تر کار می‌کنند

ستون فقرات، مراکز اصلی داده، داده‌ها را با بالاترین سرعت بین یکدیگر رد و بدل می‌کنند

مرکز شبکه‌ی منطقه‌ای
شبکه‌های کوچک‌تر و ایستگاه‌های کاری (که در این نمودار نشان داده نشده‌اند) را به هم وصل می‌کند.

◀ **شبکه‌ی رایانه‌ای**
این نمودار اتصال شبکه‌ی بنیاد علوم ملی آمریکا را نشان می‌دهد. خطوط سفید ستون فقرات شبکه را نشان می‌دهند که سراسر ایالات متحده را با اتصال به بسیاری شبکه‌های کوچک‌تر و محلی پوشش می‌دهند. دانشمندان در هر جای آمریکا که باشند می‌توانند با استفاده ازاین اتصال‌ها از ابررایانه های بسیار بزرگ و گران قیمت بنیاد استفاده کنند.



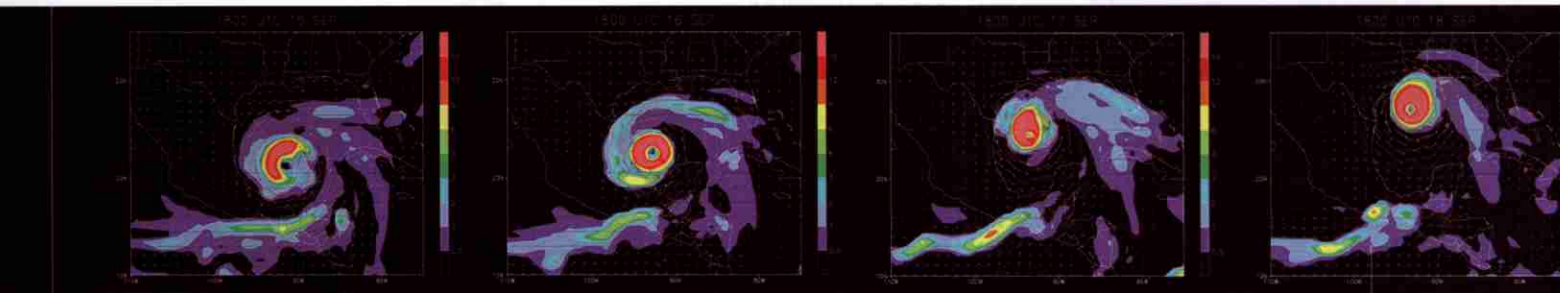
اَبَر رایانه‌ها

ابررایانه نوعی رایانه است که هزاران بار سریع‌تر از بهترین رایانه‌ی شخصی رومیزی کار می‌کند. این کار با بهره‌گیری از ترکیبی از چندین پردازشگر، که هر یک می‌تواند روی قسمت‌های مختلفی از مسئله کار کند انجام می‌شود. زمانی از ابررایانه‌ها استفاده می‌شود که بخواهیم به‌سرعت به میلیون‌ها نتیجه‌گیری با جزییات بالا برسیم. امروزه این ماشین‌های غول‌آسا در مراکز مختلف به انجام انواع کارها، از پیش‌بینی توفان‌ها تا طراحی اتومبیل‌های سال آینده، مشغولند.

▲ سخت افزار
اولین ابر رایانه‌ی جدی توسط سیمور کری مهندس آمریکایی در ۱۹۷۶ ساخته شد. شکل بالا مدل بعدی متعلق به ۱۹۸۲ است. شکل دایره‌ای آن به این دلیل بود که می‌خواستند سیم‌ها را تا حد امکان کوتاه‌تر نگه دارند. پایه‌ی روکش شده سیستم خنک کننده را در خود دارد.



▼ پیش بینی یک توفان
ابررایانه‌ها می‌توانند مسیر یک هوریکن چرخنده را به موقع پیش بینی کنند و نزدیک شدن آن را به مردم هشدار دهند. ماشین‌های غول آسا توسط هزاران مجموعه داده‌های جوی تغذیه می‌شوند تا تصاویری به‌وجود آورند که نشان دهند وضعیت هوا در چند ساعت آینده چگونه خواهد بود. بروز تغییر در یک بخش کوچک از جو می‌تواند اثر عظیمی بر وضعیت هوا داشته باشد. انجام عملیات ریاضی با سرعت کافی جهت سبقت از حوادث فقط از عهده‌ی ابررایانه‌ها بر می‌آید.



رنگ‌ها سرعت باد را نشان می‌دهند (قرمز بیش‌ترین سرعت است)

هواپیمای مجازی را به آسانی می‌توان شبیه سازی کرد چون در حال حرکت نیست

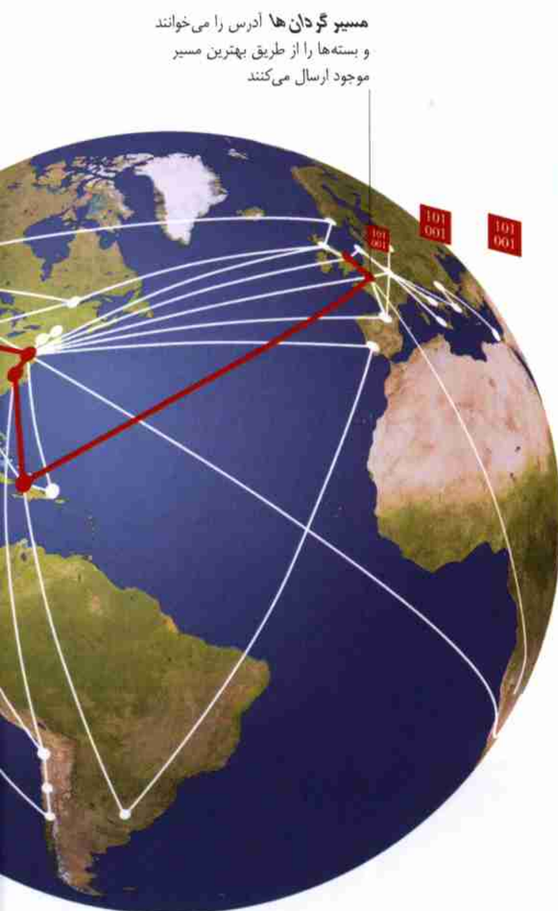
شبیه سازی پرواز ◄
پیش بینی جریان‌های هوا در اطراف موتورهای یک جت جنگنده شبیه پیش بینی وضعیت هوا – اما در مقیاسی کوچک‌تر ولی با سرعتی بالاتر – است. رایانه وضعیت، موقعیت، سرعت و دمای میلیون‌ها ذره‌ی هوا را که در اطراف هواپیما می‌چرخند در نظر می‌گیرد. این جت جنگنده‌ی مجازی در حال توقف در هوا بر فراز یک باند فرود در یک تونل باد مجازی است. تصویر رایانه‌ای یکی از چندین نتیجه را به نمایش گذاشته است– دمای هوا.

دمای هوا به رنگ‌های مختلف، از قرمز (داغ) تا آبی (سرد) نشان داده شده است

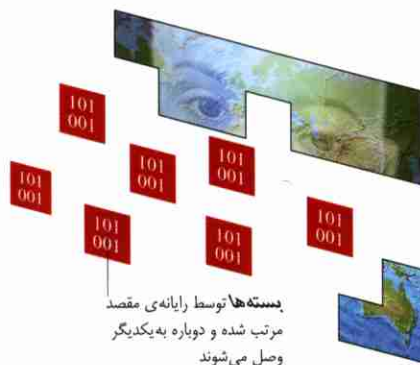
نیز نگاه کنید به ◄◄ رایانه ۱۴۸-۱۴۹ • شبکه‌ی رایانه‌ای ۱۵۰ • رضعیت هوا ۲۳۸-۲۳۹

اینترنت

اینترنت یک شبکه‌ی رایانه‌ای است که سراسر جهان را پوشش می‌دهد. ما می‌توانیم از اینترنت برای جستجو در سه میلیارد صفحه‌ی وب جهانی یا **شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی** و یا تماس با افراد از طریق **پست الکترونیکی** استفاده کنیم. اینترنت برخلاف شبکه‌های دیگر تحت کنترل هیچ فرد یا سازمانی نیست. مجموعه‌ای از استانداردها یا قوانین در رابطه با چگونگی اتصال رایانه‌ها با آن و شیوه‌ی بهره‌گیری و تبادل اطلاعات بر آن حاکم است.



مسیرگردان‌ها آدرس را می‌خوانند و بسته‌ها را از طریق بهترین مسیر موجود ارسال می‌کنند



بسته‌ها توسط رایانه‌ی مقصد مرتب شده و دوباره به‌یکدیگر وصل می‌شوند

تبادل بسته‌ای ◄

داده‌ها به‌صورت بسته‌های کوچک به اینترنت داده می‌شود. هر بسته از بهترین مسیری که در دسترس است و با اجتناب از اتصال‌های مشغول و یا قطع شده در اینترنت حرکت می‌کند. رایانه‌های متصل به اینترنت در چهارچوب روال‌های پذیرفته شده‌ای به‌نام پروتوکل از داده‌ها استفاده می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی (TCP) و پروتوکل اینترنت (IP) است.

تاریخچه‌ی اینترنت

۱۹۶۳	شبکه‌ی آرپا (پروژه‌های پیشرفته‌ی تحقیقاتی arpanet برای وصل رایانه‌های مراکز تحقیقاتی ایالات متحده خلق شد
۱۹۷۰	تبادل بسته‌ای برای اولین بار به‌کار گرفته شد.
۱۹۷۸	پروتوکل‌های اینترنت و کنترل انتقال (IcP/IP) در رابطه با تبادل و دریافت داده‌ها وضع شد
۱۹۸۳	TSP و IP اجباری شد و اینترنت به‌وجود آمد
۱۹۹۰	پروتوکل شبکه ی گسترده ی جهانی راه افتاد



◄ دسترسی اینترنتی

افرادی که در سفرند و یا رایانه ندارند می‌توانند در کافی‌نت‌ها به اینترنت وصل شوند. آن‌ها برای استفاده از رایانه‌های کافی‌نت مبلغی پرداخت می‌کنند. مراکز بی‌سیم عمومی دسترسی به اینترنت را آسان‌تر کرده است. رایانه‌ای که قادر به برقراری تماس از طریق بی‌سیم باشد می‌تواند از طریق یک اتصال رادیویی در کافی‌نت یا هر مکان عمومی دیگر به اینترنت دسترسی داشته باشد. از طریق تلفن همراه نیز می‌توان به اینترنت وصل شد.



رایانه‌ی کف دستی که به‌آسانی در جیب جا می‌شود

صفحه‌ی نمایش یا **نمایشگر** به اندازه‌ای وسیع است که صفحات ساده‌ی وب را بخواند

صفحه‌ی خرید که کالاها و قیمت‌ها را نشان می‌دهد

▲ خرید اینترنتی

شما می‌توانید با استفاده از یک رایانه کوچک دستی مانند این نیز کالاهای مورد نیازتان را در هر نقطه‌ی جهان از طریق اینترنت سفارش دهید. مردم هنوز دوست دارند در فروشگاه‌های واقعی پرسه بزنند اما اگر بخواهند قیمت‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده و یا چیزی را بخرند که پیدا کردنش دشوار است، در آن صورت رایانه می‌تواند بزرگ‌ترین فروشگاهی باشد که قادر به پیدا کردن هستند.

اتصال به اینترنت ◄

رایانه‌ی شما به‌طور مستقیم به اینترنت وصل نیست. معمولاً این اتصال از طریق خطوط تلفن با یک مرکز تأمین خدمات اینترنتی (ISP) صورت می‌گیرد. کامپیوتر شما به یکی از کامپیوترهای آن‌ها که آدرس مشخصی در شبکه دارد متصل می‌شود. هر چیزی که می‌خواهید ببینید ابتدا به این آدرس می‌رود و سپس به کامپیوتر شما.



۱ **رایانه‌ی خانگی** از طریق خط تلفن به رایانه‌ی مرکز تأمین کننده‌ی خدمات اینترنتی شما وصل می‌شود

۲ **آدرس وب سایتی** که می‌خواهید به رایانه‌ی مرکز تأمین کننده‌ی خدمات اینترنتی شما ارسال می‌شود

۳ **سرور نام دامنه** آدرس رایانه‌ای را که وب سایت در آن قرار دارد به یک عدد ترجمه می‌کند

۴ **مجموعه‌ای** از مسیرگردان‌ها و اتصال‌های مخابراتی این عدد را در جهان به گردش در می‌آورد

۵ **رایانه‌ی وب سایت** (وب سرور) پرونده‌ی وب را از طریق مسیری مشابه به تأمین کننده‌ی خدمات اینترنتی شما می‌فرستد

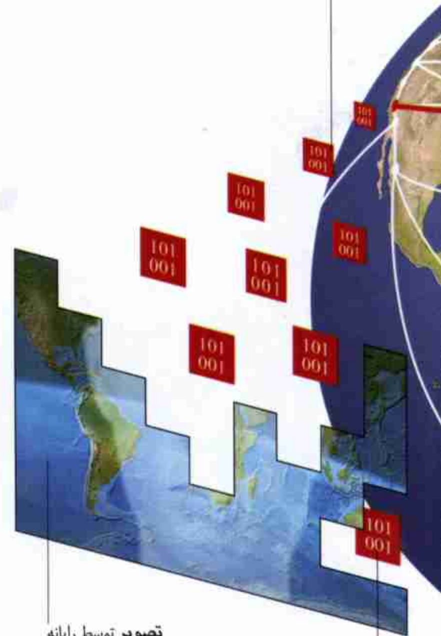
۶ **مرکز تأمین خدمات اینترنتی** پرونده را به رایانه‌ی شما می‌فرستد و جستجوگر شما آن را به‌صورت یک صفحه بر روی نمایشگر نشان می‌دهد

پستِ الکترونیکی

پست الکترونیکی یا ایمیل، چنان که از نامش پیداست، یک خدمات پستی الکترونیک است. این سیستم در ۱۹۷۱ اختراع شد و در هر شبکه‌ی رایانه‌ای قابل استفاده است اما اکنون بیش‌تر در اینترنت از آن استفاده می‌شود. پیام که توسط یک نرم‌افزار قابل شناسایی توسط تمام رایانه‌ها تهیه شده است، از رایانه‌ی شما شروع می‌شود و از طریق یک یا چندین عامل انتقال می‌گذرد تا بالاخره به صندوق پستی الکترونیکی مشخص شده، که به آن آدرس پست الکترونیکی گفته می‌شود، برسد. از آن‌جا که پست الکترونیکی باید از چندین رایانه بگذرد تا به مقصد برسد چندان خصوصی و محرمانه نیست زیرا دیگران نیز این فرصت را دارند که آن را بخوانند.

شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی

شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی یا وب جهانی مجموعه‌ای از میلیاردها پرونده‌ای است که در یک شبکه در تعداد رایانه‌های بسیار زیادی نگه‌داری می‌شود که همگی به اینترنت وصل هستند. پرونده‌ها می‌توانند حاوی کلمات، تصاویر، صوت، و یا تقریباً هر چیز دیگری باشند. آن‌ها توسط فرامتن به یکدیگر متصل هستند که می‌توان با استفاده از یک کلمه یا تصویر در یک پرونده، پرونده‌ی دیگری را در هر نقطه‌ی جهان فرا بخواند.



هر بسته با آدرس کامپیوتری که به آن فرستاده می‌شود برچسب‌زنی می‌شود

تصویر توسط رایانه به بسته‌های کوچک داده تقسیم می‌شود

ارقام دو- دویی در هر بسته نماینده‌ی بخش کوچکی از تصویر هستند

تدوین آدرس پست الکترونیکی

آن قسمت از آدرس پست الکترونیکی که بعد از علامت @ قرار می‌گیرد نام دامنه است که به انتقال دهنده نشان می‌دهد نامه را به کجا بفرستد. قسمتی که در سمت راست نقطه قرار می‌گیرد دامنه‌ی سطح بالا است و نوشته‌های سمت چپ نقطه یک سرور خاص را مشخص می‌کند. اسمی که سمت چپ@ قرار دارد مشخص کننده‌ی صندوق پستی خاصی در آن سرور است.

علامت جدا کننده شروع نام دامنه را نشان داده‌اند

sunshine@dk.com

نام کاربر که توسط وی و در زمان انتخاب صندوق پستی در سرور برگزیده می‌شود

نام دامنه‌ی مورد استفاده توسط اپراتور یا متصدی سرور پست



تیم برنرزلی
انگلیسی، ۱۹۵۵
مارک اندرسن
آمریکایی، ۱۹۷۱
وجود شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی مدیون دانشمند انگلیسی، تیم برنرزلی است. او در سوئیس در لابراتوار پژوهشی سرن کار می‌کرد. نارضایتی او از سختی کار با اطلاعات پخش شده در اینترنت، زمینه‌ساز خلق نرم افزار فوق متن شد و نتیجه‌ی آن شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی بود که در سال ۱۹۹۱ برای عموم قابل استفاده شد. مارک اندرسن نیز نخستین سرور وب را ساخت.



آدرس WWW (وب جهانی)

آدرس وب یا URL (خلاصه‌ی عبارت مکان یاب یک شکل) به مرورگر می‌گوید که پرونده را کجا پیدا کند و چگونه با آن برخورد نماید. علامت (/) نقطه‌ی شروع اسم پرونده را نشان می‌دهد. حروف http نشان می‌دهد که اطلاعات باید به‌صورت فرامتن اداره شود.

http://www.dk.com/web-server.htm

نام پروتوکل نشان می‌دهد که با پرونده باید چگونه برخورد شود

مسیر پرونده نشان دهنده‌ی پرونده‌ی مورد نظر است

نام دامنه نشان دهنده‌ی نام وب سایت و سرور است

دنباله‌ی فایل که نوع فایل را نشان می‌دهد (در اینجا، HTML)

نماد (لوگو) نماد جست‌وجوگر در طول مدت بارگذاری صفحه فعال است

میله‌ی عنوان عنوان صفحه را نشان می‌دهد

صفحه توسط جست‌وجوگر از پرونده‌ی HTML ساخته می‌شوند

جعبه‌ی آدرس وب نشان دهنده‌ی سایت، فایل و روش اداره‌ی آن (مثلاً HTML)



▲ **جست‌وجو و مرور**
وب سایت‌هایی مانند این، به یک زبان کامپیوتری نوشته می‌شوند که آن را زبان علامت‌گذاری فرامتن یا اچ تی ام ال (HTML) می‌گویند. یک برنامه‌ی رایانه‌ای به‌نام مرورگر وب، زبان مزبور را به مجموعه‌ی منظمی متشکل از متن و تصاویر بر روی صفحه‌ی نمایش ترجمه می‌کند. برای مشاهده‌ی یک صفحه‌ی وب، آدرس آن را در جعبه‌ی آدرس تایپ می‌کنید. در صورت نیاز به پیدا کردن صفحات مربوط به یک موضوع خاص، می‌توان از یک موتور جست‌وجو استفاده کرد. موتورهای جست‌وجو نمایه‌ای به روز شده از میلیاردها کلمه‌ی مورد استفاده در اسناد و پرونده‌ها را در اختیار دارد. آن‌ها فهرستی از صفحاتی که ممکن است مناسب باشند ارائه می‌دهند که می‌توانید به هر صفحه‌ای که می‌خواهید آن را ببینید مراجعه کنید.



▲ **کد اچ تی ام ال (HTML)**
این صفحه، برنامه‌ی نوشته شده به‌زبان فرامتن همان صفحه‌ای است که در سمت چپ آن مشاهده می‌کنید. یک قسمت از کد نشان می‌دهد که یک کلمه یا عبارت لینک یا ارتباطی است با یک سند دیگر. کلیک کردن روی این ارتباط شما را مستقیماً به آن صفحه می‌برد.



نیز نگاه کنید به ◄◄ مخابرات همراه ۱۴۶-۱۴۷ • رایانه ۱۴۸-۱۴۹ • شبکه‌های رایانه‌ای ۱۵۰

روبات‌ها

روبات‌ها ماشین‌هایی هستند که تا حدودی شبیه انسان رفتار می‌کنند و می‌توانند کارهای دشوار یا تکراری را انجام دهند. **روبات‌های انسان‌نما** حتی شبیه انسان هستند و می‌توانند راه بروند و یا بدون کمک انسان، کارهای دشوار را انجام دهند. بسیاری از روبات‌ها قادر به انجام چنین کاری نیستند. بعضی از آن‌ها فقط می‌توانند یک کار خاص را انجام دهند و بعضی دیگر به هدایت انسان نیاز دارند. بعضی از آن‌ها حرکت نمی‌کنند. ولی حتی این روبات‌ها نیز در پیشرفت حرکت، احساس و هوشمندی روبات‌هایی که در آینده می‌آیند کمک ساز هستند.



چشم زیر آبی ▲
روبات‌ها برای اکتشافات زیراقیانوسی مناسبند. آن‌ها به هوا نیاز ندارند و می‌توانند فشار آب اعماق را که بدن غواصان را درهم می‌شکند تحمل کنند. بعضی از روبات‌ها در واقع زیردریایی‌های کوچکی هستند که می‌توانند بدون کمک انسان داده‌های مورد نظر را جمع آوری کنند. بعضی دیگر مانند این چشم الکترونیکی، به یک کشتی وصل و توسط انسان کنترل می‌شوند. از این روبات برای بررسی و معاینه‌ی دکل‌های نفتی استفاده می‌شود.





کارگر خانگی ◄
روبات‌های خانگی در خانه‌های معمولی کار می‌کنند. بعضی از آن‌ها فقط قادر به انجام یک کار تکراری، مانند زدن چمن یا جاروی خانه، می‌باشند. بعضی دیگر، مانند این روبات ER۲ به کلمات واکنش نشان داده و در صورتی که حادثه‌ای در خانه پیش بیاید به پلیس و یا دیگر اعضای خانواده خبر می‌دهند. این روبات برای افراد سالمند مناسب است.



بازو می‌تواند بالا و پایین و خم شود

خطوط هوا، هوای فشرده را به موتورهایی تغذیه می‌کند که مفصل‌ها را به‌حرکت در می‌آورند.

جریان بالای الکتریسیته‌ی مورد نیاز برای جوشکاری توسط سیم‌ها فراهم می‌شود

حرارت فلز را ذوب می‌کند و قطعات را به هم جوش می‌دهد





روبات ساخته شده از قطعات یک کیت روبات سازی

صفحه‌ی کنترل جهت انتخاب برنامه‌های مختلف بازی

این توپ سیگنال‌هایی فراسرخ ساطع می‌کند تا روبات بتواند جای آن را مشخص کند

با چرخش چرخ عقب جهت عوض می‌شود

بازو حرکت می‌کند و توپ را به جلو می‌راند

▲ روبات فوتبالیست
پیش‌بینی می‌شود که با فرا رسیدن سال ۲۰۵۰ روبات‌ها بتوانند جام جهانی فوتبال برگزار کنند – و حتی از انسان‌ها ببرند. این هدفی است که روبوکاپ (جام روبات‌ها، برنامه‌ی بین‌المللی برای توسعه‌ی روبات‌ها و مجهز کردن آن‌ها به مهارت‌های مورد نیاز برای بازی فوتبال)، دنبال می‌کند. البته راه زیادی در پیش است. این روبات کوچک که با استفاده از یک کیت روبات سازی درست شده می‌تواند توپ را در اختیار بگیرد ولی فقط آن را به‌طرف دروازه‌ای شوت می‌کند که فقط یک حریف از آن محافظت می‌کند.

بازوی صنعتی ◄
امروزه حدود یک میلیون روبات در کارخانجات سراسر جهان به‌کار مشغولند. بیش‌تر آن‌ها بازوهای مکانیکی ثابت شده به زمین هستند که توسط رایانه کنترل می‌شوند. روبات‌های صنعتی در کارهایی مانند جوشکاری بدنه‌ی اتومبیل و بسته‌بندی کالاها به‌کار گرفته می‌شوند. آن‌ها قادر به دیدن نیستند و آنچه را که احتیاج دارند باید دقیقاً در جای مشخص خود باشد. برخلاف کارگران، روبات‌ها هیچ‌وقت خسته نمی‌شوند و به‌ندرت اشتباه می‌کنند.

روبات‌های انسان‌نما

روبات‌هایی که دارای ویژگی‌های ظاهری انسانی هستند، انسان‌نما نامیده می‌شوند. ساختن آن‌ها دشوارتر از ساختن بازوهای ثابت و یا ماشین‌های چرخ‌دار است زیرا آن‌ها باید بر روی دو پا راه بروند و تعادل خود را حفظ کنند. آن‌ها همچنین به حواس و هوش پیشرفته و سیستم نیرویی احتیاج دارند که در تمام طول روز آن‌ها را فعال نگه دارد. اما این روبات‌ها قادرند از ابزار استفاده کنند و به جاهایی نفوذ کنند که برای انسان‌ها طراحی شده است. و به همین دلیل مهندسین به شدت در تلاشند تا این گونه روبات‌ها را توسعه دهند.

سیگنال‌ها از رایانه به‌دست ارسال می‌شود و فشار انگشتان برای نگه داشتن جسم را تنظیم می‌کند

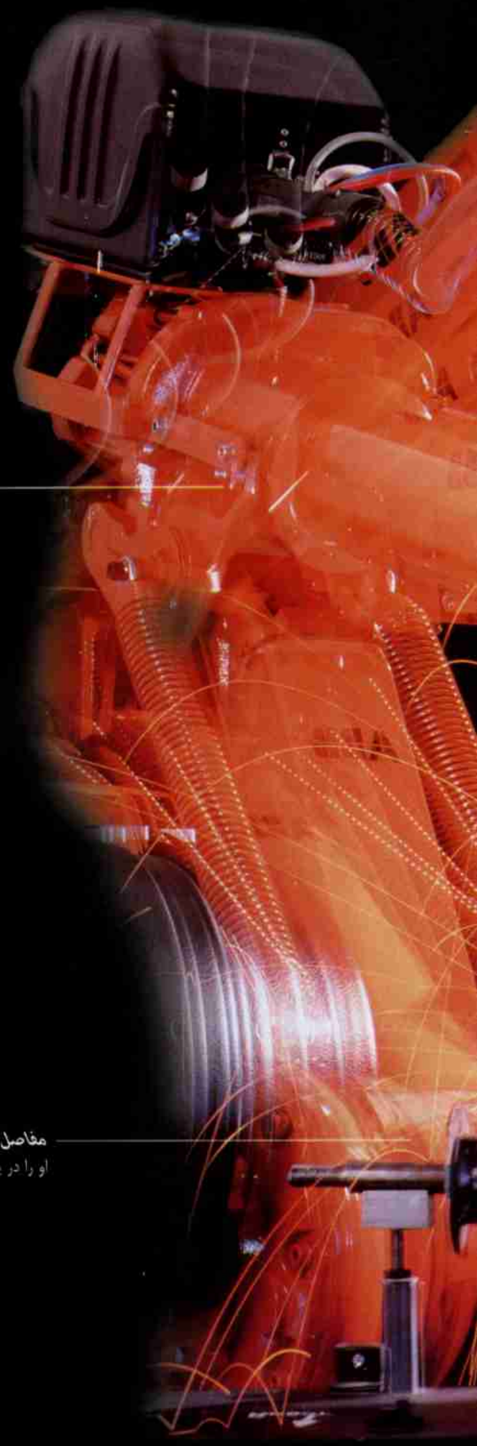
◄ دست روبات

هر انگشت در دست این روبات سه مفصل دارد که توسط یک موتور الکتریکی حرکت می‌کنند. انگشت‌ها همچنین دارای نوک حساس هستند که فشار انگشتان را هنگام گرفتن چیزی مشخص می‌کند. به این ترتیب آن‌ها وقتی اشیاء ظریف را در دست می‌گیرند آن‌ها را خرد نمی‌کنند و یا اشیاء سنگین را به زمین نمی‌اندازند. از دست مصنوعی برای تحقیق پیرامون چگونگی کارکرد دست واقعی و کمک به آن‌هایی که دست خود را از دست داده‌اند استفاده می‌شود.

هر انگشت توسط موتور الکتریکی خاص خود کنترل می‌شود

دست روبات درست شبیه دست انسان دارای مفاصل است

حسگرهای نوک انگشتان سیگنال‌هایی ارسال می‌کنند تا فشار بیش‌تر متوقف شود



مفصل آرنج به دست روبات امکان بالا و پایین رفتن می‌دهد

مفاصل چرخشی در آرنج روبات، بازوی او را در یک دایره حرکت می‌دهند



باتری قابل شارژ است و می‌تواند برای مدتی بیش از یک ساعت کار کند

سر این روبات دو دوربین دارد تا بتواند مثل انسان دید سه بعدی داشته باشد

انگشتان و دست‌ها به مفاصل مجهزند و حرکت آن‌ها توسط یک رایانه مرکزی هدایت می‌شود

تنه‌ی سبک روبات از آلیاژ منگنز با استقامت بالا ساخته شده است

◄ روبات سونی کوریو

روبات کوریو یک روبات آزمایشی توسط شرکت سونی است که کارهای زیادی از آن برمی‌آید و هوشمند است. این روبات می‌تواند راه برود، چهره‌ها را از یکدیگر تشخیص دهد و حرف بزند. این روبات برخلاف بیش‌تر روبات‌های انسان نمای دیگر حتی می‌تواند روی سطوح ناصاف راه برود و اگر زمین بخورد از جا بلند شود. حتی احساس هم دارد، که احساسات خود را از طریق کلمات و زبان بدن، از جمله تغییر رنگ چشمان، نشان می‌دهد.

اعضای بدن این روبات و رایانه آن به وی امکان می‌دهد خیلی آسان و یکنواخت و با ثبات راه برود

چهار حسگر فشاری نصب شده کف هر پا ، به راه رفتن روبات کمک می‌کند

نیز نگاه کنید به ◄◄ ماشین‌ها ۸۸-۸۹ ● رایانه ۱۴۸-۱۴۹ ● هوش مصنوعی ۱۵۶

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به ماشین‌ها امکان می‌دهد مسأله‌ای را- مانند تشخیص یک صورت- حتی وقتی اطلاعات کافی برای حل منطقی آن وجود ندارد حل کنند. برای ما آسان است که انسان‌ها را از یکدیگر تمیز بدهیم؛ اما ماشین‌ها برای انجام این کار با دشواری رو به رو هستند. مسائل دشوارتر، مانند راندن یک اتومبیل، هنوز فراتر از توانایی روبات‌ها است. هوش به چیزی بسیار فراتر از منطق نیاز دارد. دانشمندان درصددند ماشین‌ها را به احساس نیز مجهز کنند.

دو جفت دوربین دید سه بعدی انسانی فراهم می‌کنند

حسگر حس تعادل شبیه انسان به‌وجود می‌آورد

سر می‌تواند به طرفین حرکت کند

مفصل گردن، بالا و پایین کردن سر را میسر می‌سازد

حسگرهای لمسی مانند پوست عمل می‌کنند

مفاصل فنروار دست برای محافظت از روبات و افراد اطراف آن

دسته‌ی بازویی روبات و با استفاده از یک حرکت طبیعی بازو چرخانده می‌شود

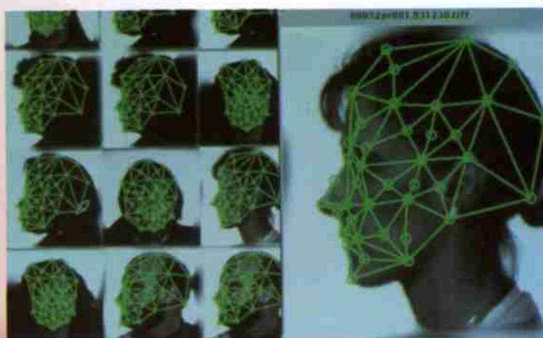


میکروفون‌ها صدای صاحب سگ را دریافت می‌کنند

حسگرهای بدن وضعیت و موقعیت آیبو را بررسی می‌کنند

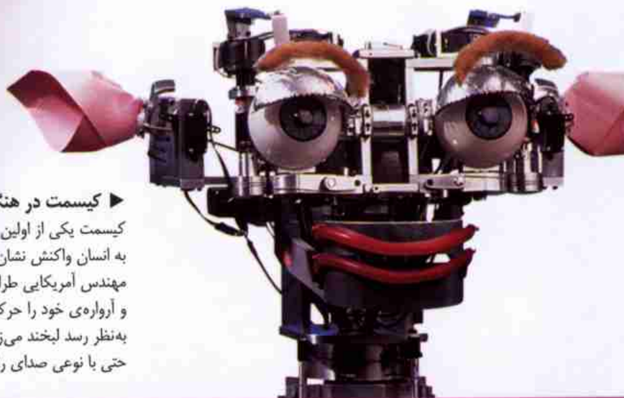
نمایشگر احساسات آیبو را نشان می‌دهد

▲ **سگ روبات**
آیبو، سگ روباتی شرکت سونی، در ۱۹۹۹ ساخته شد. نرم افزارهای پیشرفته‌ی رایانه‌ای توانایی‌هایی را به آن می‌دهند که آن را به‌نظر طبیعی جلوه می‌دهد. غریزه‌های اساسی آیبو عبارتند از خوابیدن، کند و کاو، ورزش کردن و بازی کردن. این روبات همچنین می‌تواند خوشحالی، اندوه، خشم، حیرت و ترس را با نور، صدا و ژست نشان دهد. آیبو صاحب خود را می‌شناسد و وقتی فراخوانده می‌شود به نزد او می‌رود.



▲ **برنامه‌ی تشخیص چهره**
برنامه‌های تشخیص چهره با بررسی و اندازه‌گیری ویژگی‌های اصلی یک چهره، مثل شکل، رنگ و اندازه‌ی مردمک چشم‌ها و نوک دماغ و غیره، عمل می‌کنند. فاصله‌ها و زاویه‌های بین اعضای صورت در افراد مختلف متفاوت است. برنامه با بررسی و در نظر گرفتن ویژگی‌های کافی می‌تواند یک چهره را- حتی اگر کاملاً مشخص نباشد و یا شخص نقاب زده باشد- مشخص نماید.

سینتیا بریزیل
آمریکایی، ۱۹۶۹-
خالق کیسمت با یک لیسانس مهندسی برق و رایانه از دانشگاه کالیفرنیا کار خود را آغاز کرد. او در آزمایشگاه هوش مصنوعی در مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست (MIT) روی ساخت کیسمت کار کرد. هدف او ساخت روبات‌هایی است که بتوانند همپای انسان کار کنند.



▶ **کیسمت در هنگام ابراز شادی**
کیسمت یکی از اولین روبات‌هایی بود که به شیوه‌ای طبیعی نسبت به انسان واکنش نشان داد. این روبات در ۱۹۹۹ توسط سینتیا بریزیل مهندس آمریکایی طراحی شد. وی می‌تواند گوش‌ها، ابروها، پلک‌ها و آرواره‌ی خود را حرکت داده و لب‌هایش را طوری حرکت دهد که به‌نظر رسد لبخند می‌زند و حتی قادر به اخم کردن است. این روبات حتی با نوعی صدای رایانه‌ای حرف می‌زند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ رایانه ۱۴۸-۱۴۹ • روبات‌ها ۱۵۴-۱۵۵

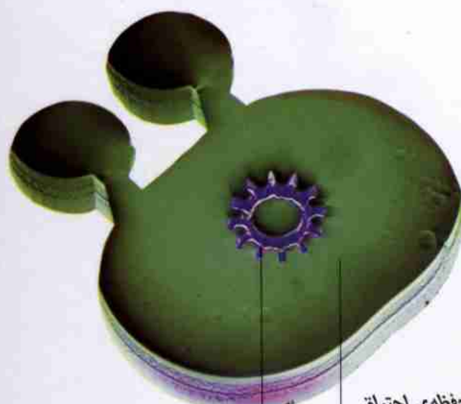
فناوری نانو

فناوری نانو به ما امکان ساخت اشیاء بسیار کوچک را می‌دهد. برخی از روش‌های آن از فناوری ریزتراشه گرفته شده است. شکل‌هایی بر روی سطح سیلیکان چاپ می‌شوند که سپس حکاکی شده و چرخ‌ها و یا حتی موتورهای میکروسکوپی ساخته می‌شود. روش‌های دیگر با استفاده از اتم‌ها اشیاء را حتی کوچک‌تر می‌سازد. این فناوری گرچه هنوز استفاده‌ی چندانی ندارد اما نوید آن را می‌دهد که در آینده، ماشین‌هایی ساخته شوند که آن‌قدر کوچک باشند که قادر به دیدنشان نباشیم.

▲ **ریزدنده‌ها**
این دنده‌ها که به همان شیوه‌ی ساخت ریزتراشه‌ها از طریق حکاکی سیلیکان ساخته شده‌اند، آنقدر کوچکند که ۶۰ عدد از آن‌ها روی نوک یک سنجاق جا می‌گیرند. از آن‌جا که دنده‌ها از روی سطح به پایین حکاکی شده‌اند، در جاهایی که دندانه‌های زیرین شکل گرفته‌اند سوراخ‌های مثلث شکل سیاه دارند.

▼ **روبات کاگ**
این روبات پا ندارد ولی می‌تواند با گرفتن دست به اجسام جابه‌جا شود. هوش آن توسط چندین برنامه‌ی کامپیوتری، که در همکاری با یکدیگر قسمت‌های مختلف مغز را بازسازی می‌کنند، به‌دست می‌آید. رادنی بروکس مدیر آزمایشگاه هوش مصنوعی در MIT در ۱۹۹۴ پروژه‌ی ساخت کاگ را آغاز کرد. هدف از این برنامه بررسی این نکته است که هوش مصنوعی تا چه اندازه تحت تأثیر تجربیات انسان در دنیای واقعی می‌باشد.





موتور مینیاتوری ◄
در چند سال آینده ریزموتورهای سیلیکانی، مانند این موتور، می‌توانند جایگزین باتری‌های رایانه‌های لپ‌تاپ شوند. سوخت مایع در داخل یک محفظه‌ی احتراق کوچک مشتعل می‌شود و روتور مرکزی را می‌چرخاند؛ که در نهایت، مولدی را به‌راه می‌اندازد. محفظه‌ی سوخت برای این موتور وزنی بیش از وزن یک باتری معمولی لپ تاپ ندارد اما ده برابر طولانی‌تر به کامپیوتر برق می‌رساند.

محفظه‌ی احتراق که مخلوط سوخت و هوا در آن مشتعل می‌شود

روتور در اثر هجوم گاز داغ ناشی از اشتعال سوخت می‌چرخد





روبات میکرونی خیالی بر روی یک سلول قرمز خون

گلوله‌های ملکولی در داخل یک لوله‌ی نانو

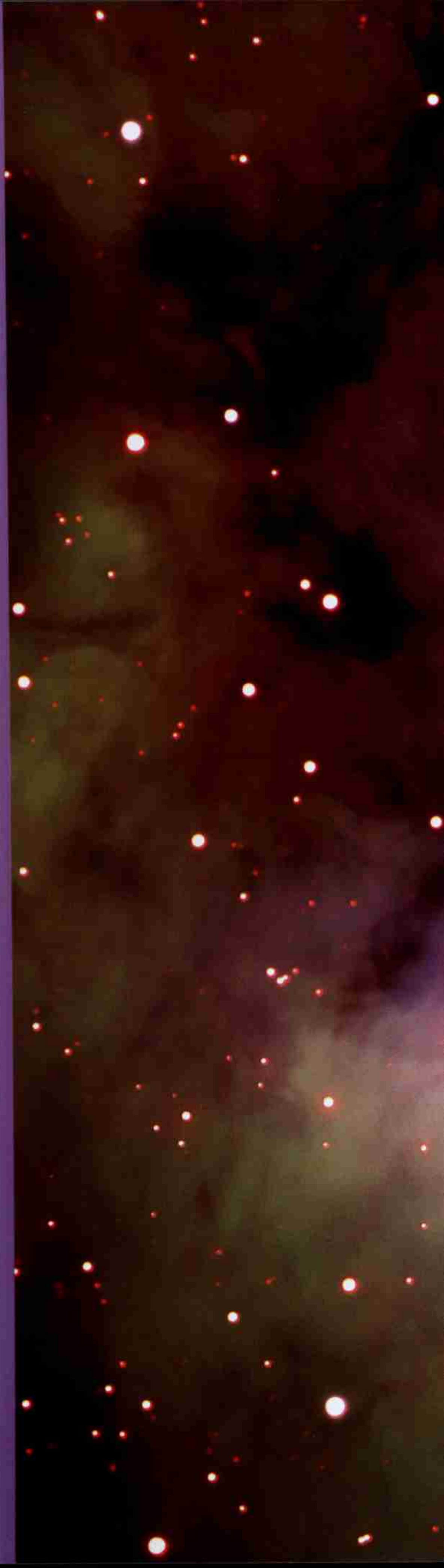
▲ **پزشکی نانو**
دانشمندان در حال کار بر روی ساختارهایی هستند که هزاران بار کوچک‌تر از موتور میکرونی می‌باشد. برای ساخت آن‌ها اتم‌ها را همچون آجرهایی که روی هم چیده می‌شوند به‌کار می‌برند. شاید روزی فرا رسد که بتوانیم روبات‌هایی به کوچکی گلبول‌های قرمز خون بسازیم. در این‌جا یک جفت روبات میکرونی خیالی در حال آزمایش و بررسی خون بیمار هستند.

فناوری نانوی کربنی ◄
اتم‌های کربن می‌توانند ملکول‌هایی به شکل لوله و یا گلوله- معروف به گلوله‌ی ملکولی- بسازند. این لوله شامل تعدادی گلوله‌ی ملکولی است که در داخل آن می‌غلتند. لوله‌های نانوی کربن می‌توانند به‌صورت القا کننده‌ها و یا عایق‌های الکتریکی عمل کنند و ده برابر قوی‌تر از فولاد هستند. بزرگ‌ترین لوله‌های نانو حدود یک میلیمتر طول دارند، که آن‌ها را برای ساخت ماشین‌های الکتریکی بسیار کوچک و میکروسکوپی مناسب می‌سازد.

لوله‌ی نانوی کربنی را می‌توان هم به‌عنوان یک قطعه‌ی الکتریکی و هم یک قطعه‌ی مکانیکی مورد استفاده قرار داد

نیز نگاه کنید به ◄◄ اتم‌ها ۲۵-۲۴ • ملکول ۲۹-۲۸ • ژنراتور ها ۱۳۷ • تحقیقات پزشکی ۳۷۶





فضا

کیهان ۱۶۰
انفجار بزرگ ۱۶۲
کهکشان‌ها ۱۶۴
ستاره‌ها ۱۶۶
سحابی‌ها ۱۶۸
ستاره‌های غول پیکر ۱۶۹
سیاهچاله‌ها ۱۶۹
خورشید ۱۷۰
منظومه‌ی شمسی ۱۷۲
عطارد ۱۷۴
زهره ۱۷۵
زمین ۱۷۶
ماه ۱۷۷
مریخ ۱۷۸
مشتری ۱۷۹
زحل ۱۸۰
اورانوس ۱۸۱
نپتون ۱۸۲
پلوتو ۱۸۳
سیارک‌ها ۱۸۴
دنباله‌دارها ۱۸۵
اخترشناسی ۱۸۶
رصدخانه‌ها ۱۸۷
موشک‌ها ۱۸۸
ماهواره‌ها ۱۸۹
سفر به فضا ۱۹۰
فضانوردان ۱۹۲
ایستگاه‌های فضایی ۱۹۴
رصدخانه‌های فضایی ۱۹۶
مأموریت‌های بین سیاره‌ای ۱۹۸
حیات فرازمینی ۲۰۰

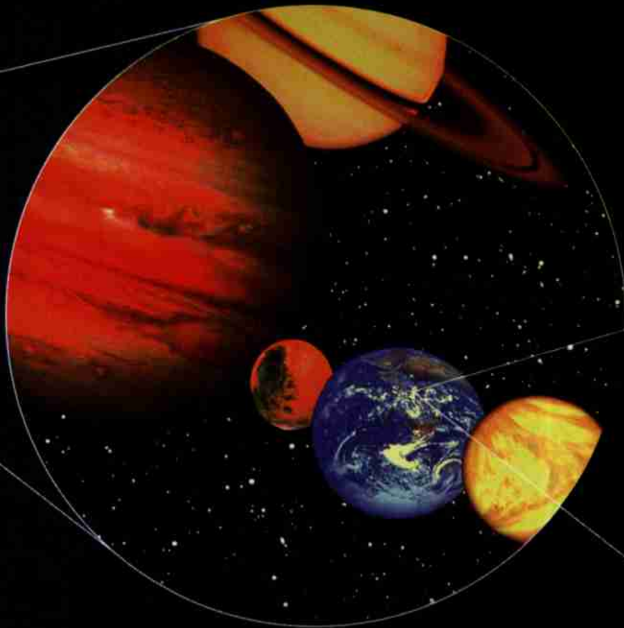
کیهان

هر چیز موجود ـ ستاره‌ها، سیارات، کهکشان‌ها و هر چه که در فاصله‌ی آنهاست ـ کیهان را می‌سازد. دانشمندان عقیده دارند که جهان از ۴ درصد مواد معمولی، ۲۳ درصد ماده‌ی تاریک و ۷۳ درصد انرژی تاریک تشکیل شده است. ما تقریباً هیچ چیزی درباره‌ی انرژی تاریک نمی‌دانیم، اما گفته می‌شود که وجود همین نوع انرژی سبب شده است که جهان در حال انبساط باشد. نیروهایی چون گرانش و قوانین فیزیک و شیمی تعیین می‌کنند که ماده چیست و چگونه رفتار می‌کند.

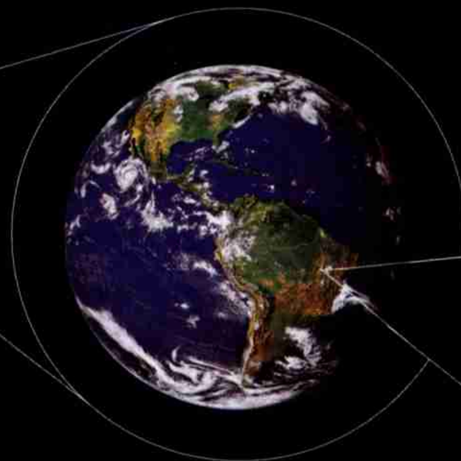


▲ ماده در جهان
با نگاه کردن به آسمان، ماده را به‌شکل ستاره‌ها، سیاره‌ها و مجموعه‌هایی از ابرهای گاز و غبار می‌بینیم که سحابی‌ها را می‌سازند. این‌ها، شکل‌های قابل مشاهده‌ی ماده‌اند. اما اختر شناسان عقیده دارند که بیشتر از ۹۰ درصد جهان را ماده‌ی غیر قابل مشاهده‌ای تشکیل می‌دهد که نامش را ماده‌ی تاریک نهاده‌اند.

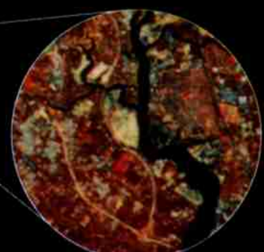
▼ جایگاه ما در جهان
زمینی که روی آن زندگی می‌کنیم به نظر ما بزرگ و بسیار مهم می‌آید. اما در کل جهان، جز ذره‌ای ناچیز و بی‌اهمیت نیست. اگر بخواهیم موقعیت زمین را بهتر نشان دهیم، باید بگوییم که زمین سیاره‌ی کوچکی در منظومه‌ی شمسی است که همراه بقیه‌ی اعضای آن به دور خورشید می‌گردد. خورشید یک ستاره از میلیاردها ستاره‌ای است که در مجموع، کهکشان ما (راه شیری) را می‌سازند. اما این کهکشان هم جزئی از میلیاردها کهکشان دیگر است که در مجموع، این جهان بزرگ را تشکیل داده‌اند.



▲ منظومه‌ی شمسی
۹ سیاره به همراه تعدادی قمر و اجرام کوچکی که دور خورشید می‌گردند، منظومه‌ی شمسی را تشکیل می‌دهند فاصله‌ها در جهان چنان زیاد است که آنها را بر حسب مقیاس سال نوری ـ فاصله‌ای که نور در مدت یک سال طی می‌کند ـ اندازه می‌گیرند. هر سال نوری، برابر ۱۰ میلیون میلیون کیلومتر است. قطر کلی منظومه‌ی شمسی، برابر یک سال نوری است.



▲ سیاره‌ی ما
زمین، از فضا زیبا به‌نظر می‌رسد. به علت وجود اقیانوس‌های وسیعی که ۷۰ درصد سطح زمین را می‌پوشانند، این سیاره از دور عمدتاً، آبی دیده می‌شود. قطعات پراکنده‌ی ابر همواره در اتمسفر وجود دارند و قاره‌ها به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای و سبز در میان قطعات وسیع آبی دیده می‌شوند. قطر زمین در منطقه‌ی استوا، ۱۲۷۵۶ کیلومتر است.



▲ شهر شلوغ
در طول قرن گذشته شهرهایی ساخته شدند که تقریبا نیمی از ۶ میلیارد نفر ساکنان زمین را در خود جا داده‌اند. وسعت هر یک از شهرهای بزرگ، چیزی در حدود ده‌ها کیلومتر مربع است.



تودهٔ برآمده‌ی مرکزی
از ماده‌ی متراکم شده‌ی ستاره‌ها تشکیل شده است

نور کهکشان
دور دست در طول میلیاردها سال به زمین می رسد

▲ جهان در حال انبساط
کهکشان ما، یکی از ده‌ها میلیارد کهکشان موجود در جهان است. کهکشان‌ها به صورت گروهی یا خوشه‌ای دیده می‌شوند که از اجتماع چند گروه با یک دیگر، اَبَرخوشه‌ها پدید می‌آیند. این اَبَرخوشه‌ها به همراه فضای بسیار وسیع و خالی بین آن‌ها، جهان بزرگ را می‌سازند. اخترشناسان معتقدند که کهکشان‌ها با سرعت زیادی در حال دور شدن از ما و از همدیگرند و هر چه فاصله‌ی آن‌ها بیشتر می‌شود، بر سرعتشان افزوده می‌شود. دانشمندان عقیده دارند که عامل این انبساط، انفجاری بزرگ است که در ۱۳/۷ میلیارد سال قبل در جهان روی داده است.

▲ کهکشان ما
خورشید، یکی از ۲۰۰ میلیارد ستاره‌ی موجود در کهکشان راه شیری است. خورشید، در یکی از دو بازوی مارپیچ کهکشان قرار دارد و فاصله‌اش از مرکز کهکشان در حدود ۲۵ هزار سال نوری است. قطر خود کهکشان، صد هزار، ولی ضخامت آن فقط دو هزار سال نوری است.

کیهان
univers

▲ انرژی و تشعشع
این تصویر که به کمک پرتوی ایکس از خورشید گرفته شده نشان می‌دهد که اتمسفر خورشید (به رنگ قرمز) در واقع از سطح این ستاره (به رنگ سیاه) داغ‌تر است. ستارگانی مانند خورشید انرژی خود را به‌شکل تابش‌های مختلفی به‌اطراف می‌فرستند. مجموعه‌ی این پرتوها را طیف الکترومغناطیسی می‌نامند. در درون این طیف، تشعشات نوری مرئی وجود دارد که در دو طرف آن پرتوهای فروسرخ (به شکل گرما) از یک سو، و پرتوهای گاما، ایکس، فرابنفش و امواج رادیویی از سوی دیگر، قرار دارند که آن‌ها را فقط به‌کمک دستگاه‌های ویژه می‌توان دریافت کرد.

▲ نیروهای کیهانی
قمرهای آیو و اروپا را که در این تصویر می‌بینید در اطراف سیاره‌ی مشتری می‌گردند. وجود نیروی گرانشی زیاد مشتری این قمرها را در مدار خود نگه می‌دارد. گرانش، یکی از نیروهای غالب و مهم جهان است که می‌تواند حتی کهکهشان‌ها را در جای خود نگه دارد. گرانش، یکی از چهار نیروی اساسی جهان و تنها نیرویی است که از فاصله‌های دور هم تأثیر خود را نشان می‌دهد. الکترومغناطیس نیرویی است که فقط بین موادی که بار الکتریکی دارند عمل می‌کند. نیروی قوی و نیروی ضعیف هم فقط در هسته‌ی اتم‌ها عمل می‌کند.

◀ فضا از کجا آغاز می‌شود؟
زمین، در درون یک پوشش هوا به‌نام اتمسفر قرار دارد که ضخامت آن را در حدود ۳۰۰ کیلومتر تخمین زده‌اند. فضانوردانی که در سفینه خود به مدار زمین می‌روند، منظره‌ی زیبایی از این سیاره می‌بینند. آنان اتمسفر زمین را هم پوششی توصیف می‌کنند که به‌تدریج رقیق‌تر شده و سرانجام به‌فضای تاریک ماورای آن می‌پیوندد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ نیرو ۶۴-۶۵ • گرانش ۷۲ • امواج انرژی ۹۸-۹۹ • انفجار بزرگ ۱۶۲-۱۶۳ • اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵

انفجار بزرگ

اخترشناسان عقیده دارند که جهان در حدود ۱۳/۷ میلیارد سال پیش و طی پدیده‌ای به نام انفجار بزرگ پدید آمد. در یک لحظه، فضا و اجزای سازنده‌ی ماده به وجود آمدند و زمان آغاز شد. از آن لحظه به بعد، جهان شروع به منبسط شدن کرد و این انبساط هنوز هم ادامه دارد. در طول میلیاردها سال، ماده به شکل ساختارهایی بزرگ و پیچیده در آمد که تحولات آن هنوز هم پایان نیافته است.

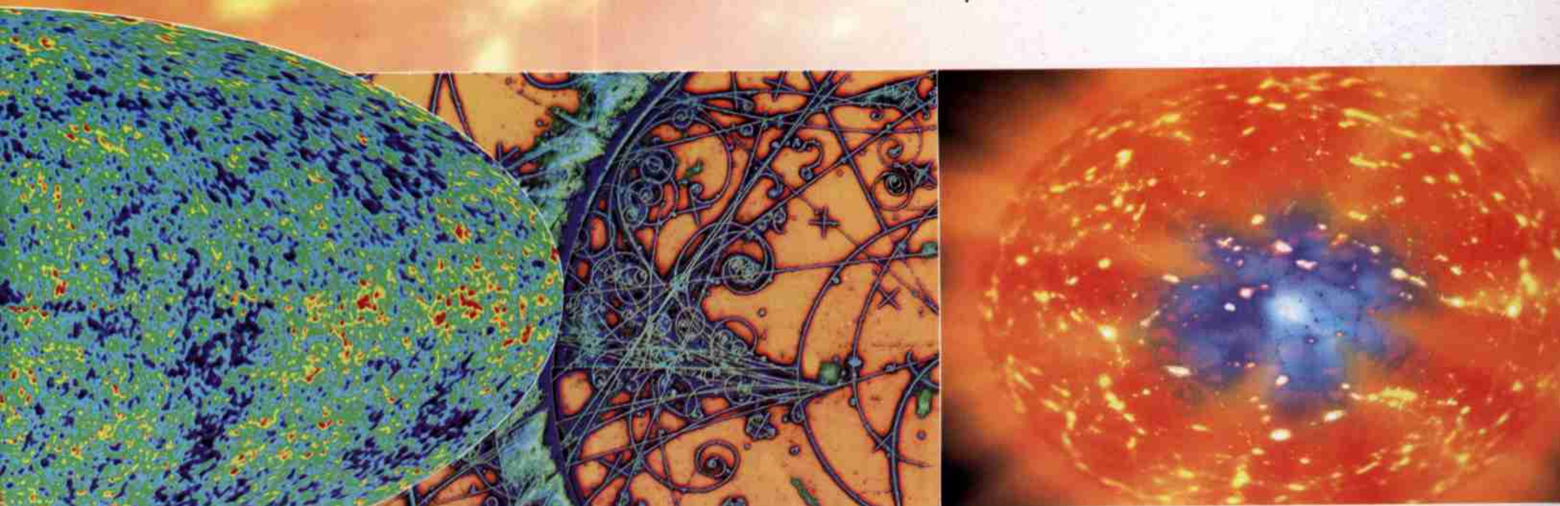
انفجار بزرگ

۱۳ میلیارد سال پیش:
اولین اتم‌ها پدید آمدند.

۱۲ میلیارد سال پیش:
کهکشان‌ها تشکیل شدند.

۱۱ میلیارد سال پیش:
کهکشان راه شیری تشکیل شد

آغاز زمان | ۱۳ میلیارد سال پیش | ۱۲ | ۱۱ | ۱۰ | ۹ | ۸



▲ **لحظه‌ی انفجار**
با وقوع انفجار بزرگ، جهانی بسیار داغ به کوچکی یک اتم به‌وجود آمد. این جهان داغ فوراً شروع به‌سرد شدن و منبسط شدن کرد و در اندک مدت، حجمی زیاد یافت. در لحظه‌ای کوتاه‌تر از یک میلیونیم ثانیه، نخستین ماده ایجاد شد. اما تا مدت هزارها سال، آنچه در جهان به‌چشم می‌خورد، تابش‌ها بودند.

▲ **سه دقیقه‌ی اول**
نخستین شکل‌های ماده که خلق شد، کوچکترین و پایه‌ای‌ترین ذرات ماده، مانند کوراک‌ها، بودند. دانشمندان امروزی سعی دارند. با ایجاد شرایط برخورد ذرات در شتاب دهنده‌های ویژه و مطالعه‌ی مسیرهای حرکتشان، آنها را مشابه آنچه که در آغاز پیدایش اتفاق افتاده بود بازسازی کنند. با سرد شدن جهان، آن ذرات به‌هم پیوستند و پروتون‌ها و نوترون‌ها را ایجاد کردند. از پیوند آن‌ها به هم، هسته‌های اتم‌ها پدید آمدند.

▲ پس از ۳۰۰/۰۰۰ سال، هسته‌ها شروع به جذب الکترون‌ها و شکل‌گیری اتم‌ها کردند. این نقشه‌ی مایکروویو کیهانی، جهان را در ۳۸۰/۰۰۰ سال بعد نشان می‌دهد. نقاط زرد و قرمز کمی گرم‌تر از مناطق آبی و سبز هستند که نشان می‌دهد ماده در حال انباشته شدن است.

انتقال به سرخ

اخترشناسان با تحلیل نوری که از یک ستاره یا کهکشان می‌آید، می‌توانند سرعت جابه‌جایی آن را تعیین کنند و بگویند آیا به زمین نزدیک می‌شود یا از آن فاصله می‌گیرد. اگر جسمی در حال دور شدن از زمین باشد، نورش به سوی امواج بلندتر، یعنی قرمز گرایش می‌یابد. این پدیده را «انتقال به سرخ» نام‌گذاری کرده‌اند. می‌دانیم که جهان در حال انبساط است و تقریباً همه کهکشان‌ها از هم دور می‌شوند و پدیده‌ی انتقال به‌سرخ را نشان می‌دهند.



کهکشان‌های دور و نزدیک ◄
به نظر می‌آید دو کهکشانی که در این تصویر وجود دارند، به هم نزدیک باشند، اما در واقع، فاصله فضایی آن‌ها بسیار زیاد است. کهکشان بزرگ، ۸۰ میلیون سال نوری و کهکشان کوچک‌تر، یک میلیارد سال نوری از ما فاصله دارد. تحلیل انتقال به سرخ نور این دو کهکشان نیز نشان می‌دهد که کهکشان دورتر، از آن که نزدیک‌تر است با سرعت بیشتری در حال دور شدن است.

e ⏭ انفجار بزرگ
Big Bang

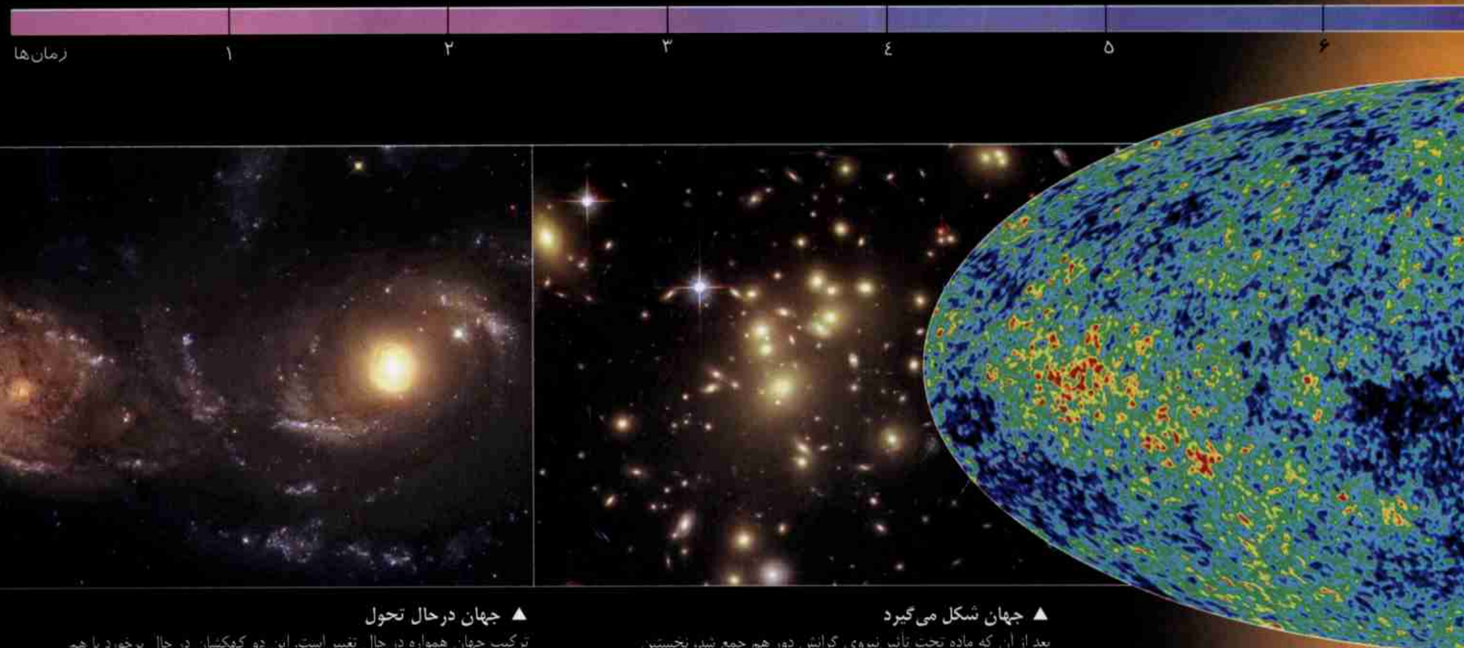
▼ **تقویم زمانی جهان**
اخترشناسان زمان وقوع انفجار بزرگ را ۱۳/۷ میلیارد سال پیش تعیین کرده‌اند. کهکشان‌ها هم یک تا دو میلیارد سال بعد از آن تشکیل شدند. منظومه‌ی شمسی ما تا ۴/۶ میلیارد سال قبل پدید نیامده بود. نخستین آثار حیات، یعنی تک سلولی‌های ابتدایی نیز در حدود یک میلیارد سال بعد در دریاها پیدا شدند. اما حدود ۶۰۰ میلیون سال قبل، یعنی در دوره‌ی کامبرین بود که به یک باره، بر تعداد انواع جانوران افزوده شد. اولین دایناسورها ۲۳۰ میلیون سال قبل پدید آمدند اما از وجود انسان، تا ۴ میلیون سال قبل هنوز خبری نبود.

۴/۶ میلیارد سال پیش:
منظومه شمسی تشکیل شد

۳/۶ میلیارد سال پیش:
حیات در زمین پیدا شد

۲۳۰ میلیون سال پیش:
اولین دایناسورها به‌وجود آمدند

زمان‌ها ۱ ۲ ۳ ٤ ۵ ۶

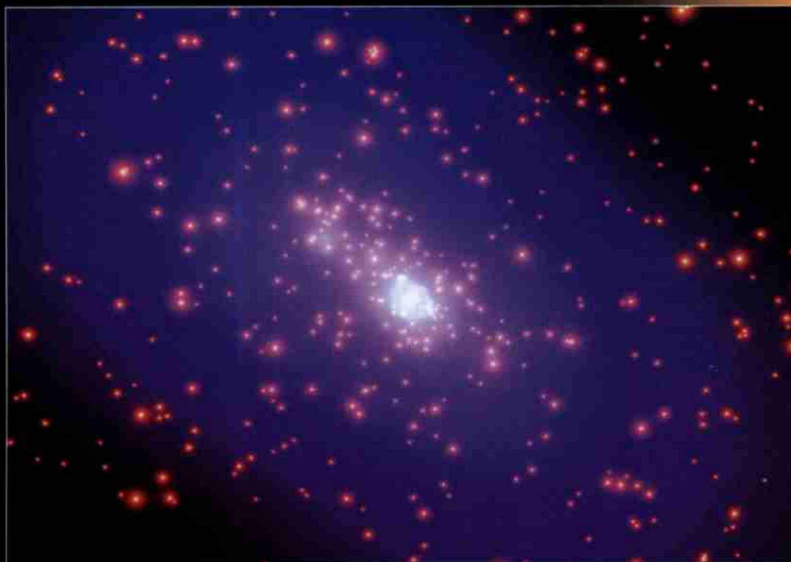


▲ **جهان شکل می‌گیرد**
بعد از آن که ماده تحت تاثیر نیروی گرانش دور هم جمع شد، نخستین ستاره‌ها و کهکشان‌ها شکل گرفتند. این تصویر که توسط تلسکوپ فضایی هابل گرفته شد، کهکشان‌هایی در فاصله ۲/۲ میلیارد سال نوری و تعدادی از کهکشان‌های دورتر را نشان می‌دهد. نیروی گرانش این خوشه، از جمله ماده‌ی تاریک آن، مانند ذره بینی عمل می‌کند که کهکشان‌های دورتر را نیز قابل مشاهده می‌سازد.

▲ **جهان درحال تحول**
ترکیب جهان همواره در حال تغییر است. این دو کهکشان در حال برخورد با هم دیگرند که در نتیجه، تعدادی از ستارگان در فضا رها می‌شوند. جهان همچنان در حال انبساط است با توجه به پدیده‌ی **انتقال به سرخ**، اخترشناسان می‌دانند که تقریبا تمام کهکشان‌ها در حال دور شدن از هم می‌باشند. البته، خود کهکشان‌ها در حال انبساط نیستند، زیرا نیروی گرانش ستاره‌های موجود در آن‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد. اما فواصل بین کهکشان‌ها در حال افزایش است.

ماده‌ی تاریک

جهان از ماده و انرژی ساخته شده است. ستاره‌ها و کهکشان‌ها شکل‌های قابل مشاهده‌ی ماده‌اند. اما شکل‌های غیرقابل مشاهده‌ای هم از ماده وجود دارد که آن را ماده‌ی تاریک می‌نامیم. وجود این نوع ماده را از روی اثر نیروی گرانشی آن استنباط می‌کنیم. اخترشناسان حدود ۹۰ درصد ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی جهان را از این نوع می‌دانند.

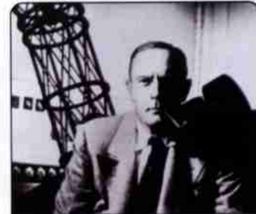


▶ **گرانش نامریی**
این تصویر که از یک خوشه‌ی کهکشانی و توسط تلسکوپ فضایی هابل تهیه شده، کهکشان‌هایی را به رنگ قرمز و نقشه‌ی مناطقی را که ماده‌ی تاریک دارد به رنگ آبی نشان می‌دهد وقتی این دو تصویر با هم ترکیب شوند نشان می‌دهند که ماده‌ی تاریک در هر جایی که کهکشان‌ها متراکم و توده نیستند وجود دارد و نیروی گرانش ماده‌ی تاریک خوشه‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اتم‌ها ۲۴-۲۵ • گرانش ۷۲ • نور ۱۱۰-۱۱۱ • کیهان ۱۶۰-۱۶۱

کهکشان‌ها

ستاره‌ها به‌طور یکنواخت در فضا پراکنده نشده‌اند؛ بلکه در مجموعه‌هایی به‌نام کهکشان دور هم جمعند. همه‌ی ستاره‌هایی که شب‌ها در آسمان می‌بینیم، متعلق به کهکشان خود ما، یعنی **راه شیری** هستند. بعضی از کهکشان‌ها کوچکند و فقط چند میلیون ستاره دارند. اما در بعضی، صدها میلیارد ستاره وجود دارد. کهکشان‌ها را بر اساس شکل ظاهری در سه گروه بیضوی، مارپیچی و بی‌شکل جای می‌دهند.



ادوین هابل
امریکایی، ۱۸۸۹– ۱۹۵۳
ادوین هابل نخستین کسی بود که در سال ۱۹۲۳، زمانی که در رصدخانه‌ی ویلسون واقع در ایالت کالیفرنیا کار می‌کرد، دریافت که به جز کهکشان ما، کهکشان‌های دیگری هم در فضا وجود دارند. تقسیم بندی کهکشان‌ها به سه نوع بیضوی، مارپیچی و نامنظم نیز از کارهای هابل است.



◀ **کهکشان مارپیچی** ESO ۵۱۰- G۱۳
هر کهکشان مارپیچی، تقریباً دیسک مانند است و در وسط، از دو طرف برآمدگی دارد. بخش کناری این دیسک را بازوهایی تشکیل می‌دهند که از برآمدگی میانی رو به بیرون خمیدگی دارند. ستاره‌های واقع در بخش برآمدگی قدیمی‌ترند و ستاره‌های جدید در بازوها تشکیل می‌شوند که پر از گاز و غبارند. در این تصویر از پهلو، از یک کهکشان مارپیچی با اندکی تابیدگی، نوارهای تیره‌ی غباری در داخل دیسک دیده می‌شود.



بازوهای مارپیچی، دارای ابرهای غبار و گاز و عمدتاً ستاره‌های جوان و داغ هستند

برآمدگی مرکزی، آکنده از ستاره‌های زرد و قرمز قدیمی است که بسیار درخشان هستند

◀ **بازوهای مارپیچ**
در این تصویر رو به رو از یک کهکشان مارپیچی، بازوها کاملاً مشخص از همدیگرند. این کهکشان که M ۱۰۰ نام دارد، یکی از مشخص‌ترین کهکشان‌های مارپیچی شناخته شده است و آن را در گروه Sc قرار می‌دهند (S علامت مارپیچ بودن و C نشانه‌ی بازوهای باز شده‌ی آن است). در کهکشان‌های گروه Sa و Sb، بازوها تا حدی بسته‌ترند. در بعضی از این نوع کهکشان‌ها، که SB نام دارند، بازوهای مارپیچ از یک ستون مستقیم ستاره خارج شده‌اند.

◄ خوشه‌ی کهکشانی
در خوشه سنبله، بیشتر از ۳ هزار کهکشان وجود دارد، که در این‌جا فقط قسمت کوچکی از این خوشه را می‌بینید. کهکشان‌هایی به‌صورت خوشه در کنار هم قرار می‌گیرند که تحت تأثیر نیروی گرانش کهکشان‌ها و ماده‌ی سیاه نامرئی باشند. کهکشان‌ها در داخل خوشه حرکت می‌کنند. کهکشان‌های کوچک دور کهکشان‌های بزرگ‌تر می‌گردند و گاهی درهم می‌آمیزند. گاهی نیز اجتماعی از خوشه‌های کهکشانی، متراکم‌تر شده و تشکیل یک اَبَرخوشه را می‌دهند.



▲ کهکشان فعال
این کهکشان مارپیچ که از روبه‌رو دیده می‌شود یک کهکشان سیلفرت از نوع کهکشان‌هایی است که مرکز درخشانی دارند. این کهکشان را از این نظر فعال می‌نامند که انرژی زیادی را از خود منتشر می‌کند. از جمله کهکشان‌های فعال دیگر، می‌توان کهکشان‌های رادیویی، کوازارها و بلازارها را نام برد.



▲ کهکشان بیضوی
کهکشان M۸۷ که در خوشه‌ی سنبله قرار دارد، مثالی از یک کهکشان بیضوی است. در این کهکشان‌ها بازوی مارپیچ وجود ندارد و کروی یا بیضوی‌اند. بعضی از بزرگترین کهکشان‌ها، در این گروه قرار می‌گیرند. پهنای کهکشان M۸۷ ممکن است حدود ۵۰۰ هزار سال نوری باشد.



▲ کهکشان‌های نامنظم
ابر بزرگ ماژلانی، یکی از نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به ماست. این ابر نمونه‌ی یک کهکشان نامنظم است و شکل خاصی ندارد. فاصله این کهکشان از ما حدود ۱۶۰ هزار سال نوری است و یک‌سوم پهنای کهکشان ما را دارد.

راه شیری

کهکشان که سیاره‌ی زمین در آن قرار دارد، راه شیری نام دارد. پهنای این کهکشان حدود ۱۰۰ هزار سال نوری است. خورشید یکی از ۲۰۰ میلیارد ستاره‌ای است که در این کهکشان قرار دارد و جایش در یکی از بازوهای مارپیچ آن است. در شب‌های صاف و دور از نور چراغ‌های شهر، قسمتی از این کهکشان را می‌توان به‌صورت ابر رقیق و نوار مانندی در آسمان دید.



▲ همسایه‌ی ما، کهکشان آندرومدا
کهکشان ما جزئی از یک خوشه‌ی کهکشانی کوچک است که به آن، کهکشان محلی می‌گویند و به‌نظر می‌رسد در بر دارنده‌ی حدود ۳۰ کهکشان باشد. بزرگترین کهکشان این خوشه آندرومدا نام دارد که بزرگ و از نوع مارپیچی است و حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره دارد و با آن که فاصله‌ی این کهکشان از ما حدود ۲/۵ میلیون سال نوری است حتی بدون دوربین و تلکسوپ هم می‌توان آن را مشاهده کرد. آندورمدا دو کهکشان اقماری از نوع بیضوی دارد که در حین حرکت در فضا، به دور آن می‌چرخند.



◄ راه شیری
در شب‌های صاف، این کهکشان به‌صورت ابر رقیقی در پهنه‌ی آسمان دیده می‌شود. علت نواری دیده شدن آن تحت و مسطح بودن دیسک آن است و ما از زمین، که در یک بازوی مارپیچ آن قرار دارد، دیسک را از پهلو می‌بینیم. از درون یک تلسکوپ دو چشمی کوچک هم می‌توان توده‌ی ستاره‌های آن را که به نظر نزدیک به هم می‌آیند، مشاهده کرد. باریکه‌ی تاریک بین ستاره‌ها هم محل‌هایی هستند که وجود ابرهای متشکل از غبار مانع از عبور نور ستاره‌های پشتی می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ستاره‌ها ۱۶۶-۱۶۷ • خورشید ۱۷۰-۱۷۱

ستاره‌ها

سایر ستاره‌ها هم مانند خورشید ما، توده‌ی عظیمی از گازهای بسیار داغند. ستاره‌ها انرژی زیادی را به‌صورت گرما و نور تولید می‌کنند. ستاره‌های نورانی و درخشان طرح‌هایی را در آسمان به وجود می‌آورند که به آن‌ها **صورت‌های فلکی** می‌گوییم. همه ستاره‌ها چنان از زمین و از یکدیگر دورند که فاصله‌های آن‌ها را بر حسب سال نوری اندازه می‌گیرند. نور نزدیک‌ترین ستاره به زمین (قنطورس نزدیک) برای رسیدن به ما بیشتر از ۴ سال در راه خواهد بود- یعنی بیشتر از چهار سال نوری از ما دور است.

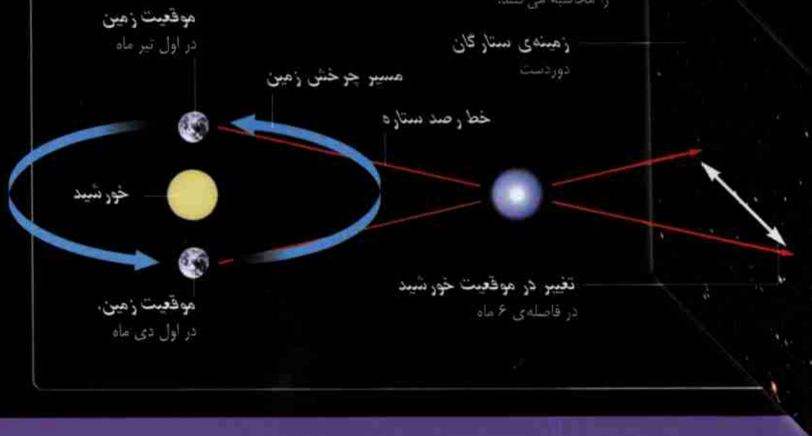
استروپه
تایگتا
مایا
سلینو
الکترا
آلکیتون
مروپه

▼ اندازه‌ی ستاره‌ها
اندازه‌ی ستاره‌ها بسیار متغیر است ـ خورشید، ستاره‌ی نسبتاً کوچکی است که در اصطلاح آن را کوتوله‌ی زرد می‌نامند. قطر غول‌های قرمز در مقایسه با قطر خورشید بیشتر از ۳۰ برابر است. ستارگانی به‌نام ابرغول قطری صدها برابر قطر خورشید دارند. در عوض، خورشید هم صد بار از ستارگانی متراکم به‌نام کوتوله‌ی سفید بزرگ‌تر است.

▲ نور ستاره در صورت فلکی ثور
این مجموعه‌ی روشن ستاره‌ای را پلیادِس (ثور یا ثریا) می‌نامند. این ستاره‌ها هم مانند همه‌ی ستاره‌های دیگر از خود انرژی به‌صورت نور و گرما منتشر می‌کنند. اما انرژی آن‌ها در هسته‌ی مرکزی ایجاد می‌شود؛ یعنی، در آن‌جا واکنش‌های هسته‌ای صورت می‌گیرد که طی آن‌ها، هسته‌های اتم چهار هیدورژن با هم ترکیب می‌شوند و هسته‌ی اتم هلیم را می‌سازند. در این نوع همجوشی هسته‌ای انرژی بسیار زیادی ایجاد می‌شود.

فاصله‌ی ستاره‌ها

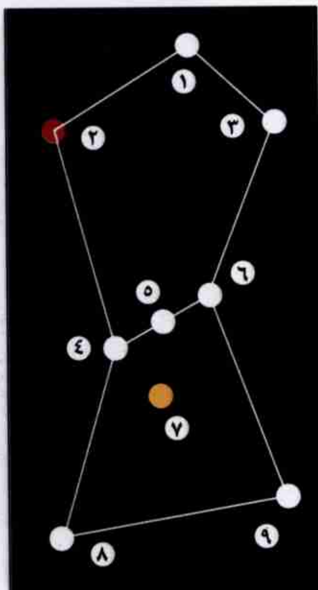
اگر دست خود را به‌طور افقی صاف نگه دارید یک انگشت خود را بالا بگیرید و ابتدا با یک چشم و سپس با چشم دیگر به آن نگاه کنید، به‌نظر می‌آید که انگشت شما نسبت به اشیای پشت آن جابه‌جا می‌شود. علت آن است که خط دید دو چشم شما یکی نیست و کمی فرق دارد. به این پدیده، اختلاف منظر می‌گویند. به همین ترتیب، وقتی زمین دور خورشید می‌گردد، خط دید ما نسبت به ستاره‌ها تغییر می‌کند و ستاره‌های نزدیک در زمینه‌ی ستاره‌های دور ظاهراً جا عوض می‌کنند. اخترشناسان با همین روش و با استفاده از این اختلاف منظر، فاصله‌ی ستاره‌ها تا زمین را محاسبه می‌کنند.





صورت‌های فلکی

مردمان قدیم با نگاه کردن به آسمان شب، ستارگان نزدیک به هم را در گروهایی قرار می‌دادند و برای آن‌ها شکل‌هایی را به تصور می‌آوردند. به این مجموعه‌ها صورت فلکی گفته می‌شد. هر صورت فلکی نامی داشت که آن را یونانی‌ها، رومی‌ها، مصری‌ها، چینی‌ها و مسلمانان عرب یا ایرانی از روی نام موجودات افسانه‌ای خود انتخاب کرده بودند {در ایران، نام‌های عربی به‌کار می‌رود} اما اخترشناسان دریافته‌اند که این ستاره‌ها در واقع به‌هم نزدیک نیستند و گاه صدها سال نوری با هم فاصله دارند و از زمین به آن جهت در کنار یکدیگر یا مرتبط با هم به‌نظر می‌رسند که در یک مسیر در آسمان قرار گرفته‌اند.



الگوهای ستاره‌ها ◄
این صورت فلکی، به‌نام جبار یا شکارچی، بسیار معروف است. شماره‌ها، مربوط به نام هر کدام از ستاره‌ها در شکل زیر است. درخشان‌ترین ستاره‌های هر صورت فلکی را به هم وصل می‌کردند تا شکلی را مجسم کنند، گرچه این طرح‌ها همیشه با شکلی که در نظر گرفته می‌شد و نامی که به آن داده می‌شد مطابقت نداشت.





▲ شکارچی در آسمان
صورت فلکی شکارچی را به آسانی می‌توان در آسمان شب تشخیص داد و چون نزدیک به خط استوا است، از هر دو نیمکره‌ی شمالی و جنوبی قابل مشاهده است. ناظران نیمکره‌ی شمالی، آن را در زمستان و ناظران نیمکره‌ی جنوبی آن را در تابستان بهتر می‌بینند. روشن‌ترین ستاره‌های این صورت فلکی، ابط الجوز (Betelgeuse) و شعرای یمانی(Rigel) هستند.

▼ شکارچی بزرگ
صورت فلکی جبار، نام خود را از اوریون از شخصیت افسانه‌ای یونان قدیم گرفته است. نخستین اخترشناسان، وقتی به این مجموعه‌ی ستاره‌ها نگاه می‌کردند، الگوی آن‌ها را مانند صیادی می‌دیدند که گرزی در دست دارد. سه ستاره وسط مجموعه هم کمربند اوست سحابی اوریون هم بخشی از شمشیری را نشان می‌دهد که او به کمر خود بسته است.



صورت فلکی اوریون

پلینون

اطلس

▲ ستاره‌ی دوقلو
با آنکه خورشید در میانه آسمان تنهاست، بیشتر ستاره‌ها یک یا چند همراه دارند. درخشان‌ترین ستاره‌ی آسمان، سیریوس است که خود از جمله ستاره‌های دوقلو محسوب می‌شود سیریوس A بیشترین نور را دارد، اما در این تصویر که با پرتو ایکس تهیه شده، ستاره‌ی همراه آن یا سیریوس B روشن‌تر به‌نظر می‌رسد، زیرا پرتوهای ایکس زیادتری دارد. سیریوس B از نوع کوتوله‌ی سفید، یعنی ستاره‌ای کوچک و بسیار داغ است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ اتم‌ها ۲۴-۲۵ • سحابی‌ها ۱۶۸ • انرژی هسته‌ای ۸۵

سحابی‌ها

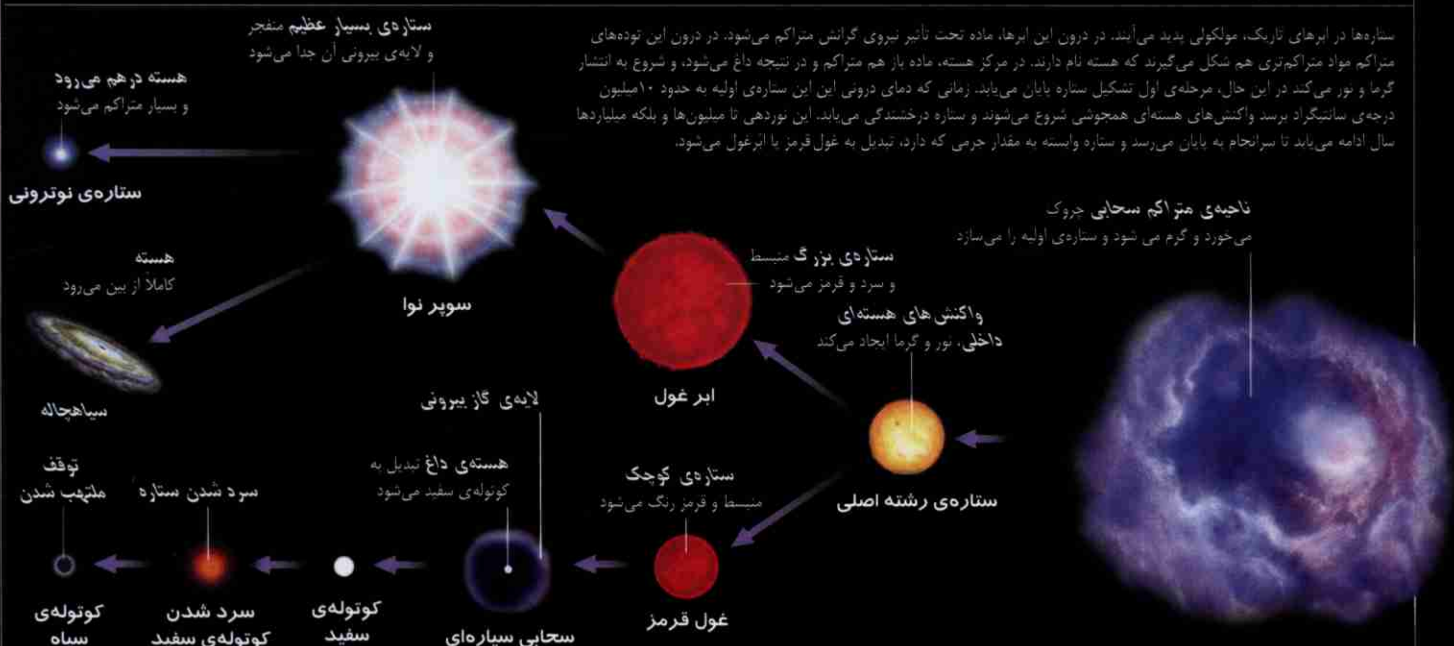
فضای بین ستاره‌ها کاملاً خالی نیست، بلکه، با ابری متشکل از گاز و غبار به‌نام سحابی پر شده است. سحابی‌ها را فقط زمانی می‌بینیم که درخشندگی می‌یابند، یا نور ستاره‌ی مجاوری را منعکس می‌کنند. گاهی هم با آن که سحابی‌ها را نمی‌بینیم، می‌دانیم که در جایی از فضا موجودند، زیرا جلوی نور پشت خود را سد می‌کنند. گفته می‌شود که سحابی‌های تاریک، زادگاه ستاره‌های جدیدند.

ابرهای بین ستاره‌ای ◄
این تصویر ابرهای وسیع شامل گاز و غبار موجود در فاصله‌ی ستاره‌های تشکیل دهنده‌ی صورت فلکی قوس را نشان می‌دهد. سحابی‌ها سه نوع اصلی دارند که همه‌ی آن‌ها در این تصویر موجودند. سحابی‌های نشری قرمز یا صورتی‌اند، زیرا بیشتر حجم آن‌ها را هیدروژن تشکیل می‌دهد و این گاز، زمانی که تهییج شود، یعنی از ستاره‌ی مجاور انرژی زیادتری بگیرد، به‌رنگ قرمز می‌درخشد. سحابی‌های انعکاسی آبی هستند، زیرا نور ستاره‌ی نزدیک خود را منعکس می‌کنند. سحابی‌های تاریک هم در مناطقی قرار دارند که غبار جلوی عبور نور ستاره‌های دورتر را می‌گیرد.



چرخه‌ی زندگی ستاره‌ها

ستاره‌ها در ابرهای تاریک، مولکولی پدید می‌آیند. در درون این ابرها، ماده تحت تأثیر نیروی گرانش متراکم می‌شود. در درون این توده‌های متراکم مواد متراکم‌تری هم شکل می‌گیرند که هسته نام دارند. در مرکز هسته، ماده باز هم متراکم و در نتیجه داغ می‌شود، و شروع به انتشار گرما و نور می‌کند در این حال، مرحله‌ی اول تشکیل ستاره پایان می‌یابد. زمانی که دمای درونی این این ستاره‌ی اولیه به حدود ۱۰میلیون درجه‌ی سانتیگراد برسد واکنش‌های هسته‌ای همجوشی شروع می‌شوند و ستاره درخشندگی می‌یابد. این نوردهی تا میلیون‌ها و بلکه میلیاردها سال ادامه می‌یابد تا سرانجام به پایان می‌رسد و ستاره وابسته به مقدار جرمی که دارد، تبدیل به غول قرمز یا ابرغول می‌شود.



نیز نگاه کنید به ◄◄ انرژی هسته‌ای ۸۵ • ستاره‌ها ۱۶۶-۱۶۷ • ابرنواخترها ۱۶۹ • سیاه‌چاله‌ها ۱۶۹

ستاره‌های غول‌پیکر



ژوسلین بل بارنل
انگلیسی، ۱۹۴۳-
این اخترشناس، زمانی به عنوان دانشجوی محقق در رصدخانه رادیویی دانشگاه کمبریج کار می‌کرد. در روز ششم اوت ۱۹۶۷ نخستین ستاره‌ی تپنده را کشف کرد. وی در آن هنگام پیام‌های رادیویی غیرعادی و ویژه‌ای را دریافت کرد که در فاصله هر ۱/۳۳ ثانیه تکرار می‌شدند. اخترشناسان بعداً متوجه شدند که این سیگنال‌ها از یک ستاره‌ی نوترونی می‌آیند که به‌سرعت در حال چرخش است.

ستاره‌های غول‌پیکر، طی انفجاری به‌نام سوپرنووا از بین می‌روند و فقط هسته‌ای متراکم از آن‌ها باقی می‌ماند. اگر هسته بسیار متراکم باشد، به ستاره‌ی نوترونی تبدیل خواهد شد که با سرعت زیاد می‌چرخد و پرتوهای انرژی از خود بیرون می‌دهد. اگر این پرتوها به زمین برسند، به حالت پیام‌های ضربان مانند یا تپنده‌ای دریافت می‌شوند. در مواردی هم که یک کوتوله‌ی سفید واقع در ستاره‌های دوقلو به‌علت ریزش مواد ستاره‌ی همراه منفجر شود، باز سوپرنووا پدید خواهد آمد.

▲ خرچنگ SNR
این ابر درخشان که خرچنگ SNR نام‌گذاری شده، حاصل سوپرنووایی است که اخترشناسان چینی نخستین بار آن را در سال ۱۰۵۴ میلادی رصد کردند. در زمان انفجار، ابر عظیمی از گاز در سطح وسیعی از فضا پراکنده شد. اخترشناسان، نام این‌گونه ابرها را بقایای سوپرنووا (SNR) می‌نامند. در درون خرچنگ SNR پولسار تپنده‌ای وجود دارد که در هر ثانیه ۳۰ بار پرتو می‌فرستد.



سندولیک ۶۹ - درجه ۲۰۲
قبل از انفجار



سوپرنووا A ۱۹۸۷
بعد از انفجار

سوپر نووا A۱۹۸۷ ◄
در ۲۳ فوریه ۱۹۸۷، ستاره‌ی بسیار درخشانی در داخل ابر بزرگ ماژلانی مشاهده شد. این ستاره بدون تلسکوپ هم کاملاً قابل مشاهده بود. این جسم در واقع ستاره‌ی جدیدی نبود، بلکه یک ستاره‌ی قبلی بود (سندرولیک ۶۹ -۲۰۲ درجه) که منفجر شده و سوپرنووایی را تشکیل داده بود.

e ستاره‌های غول‌پیکر supernovas

نیز رجوع شود به ◄◄ سحابی‌ها ۱۶۸ • کهکشان‌ها ۱۶۴-۱۶۵

سیاه‌چاله‌ها

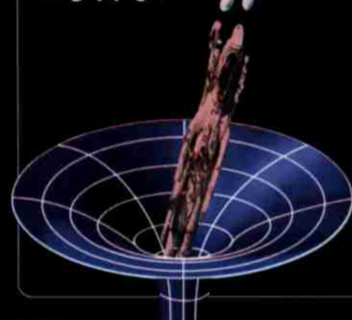
e سیاه‌چاله‌ها black holes

هنگامی که ستاره‌های بزرگ‌تر به صورت سوپرنووا منفجر می‌شوند هسته‌ی آن‌ها تحت تأثیر نیروی گرانشی در هم فشرده می‌شود و یک سیاه‌چاله را پدید می‌آورد. در این نواحی، نیروی گرانش چنان زیاد است که حتی نور هم نمی‌تواند از آن بگریزد. اخترشناسان نمی‌توانند سیاه‌چاله‌ها را ببینند، اما توانایی ردیابی آن‌ها را دارند، زیرا ماده‌ای که به درون یک سیاه‌چاله به حالت دورانی مکیده می‌شود، پرتوهای ایکس منتشر می‌کند که با تلسکوپ‌های پرتوی ایکس قابل مشاهده است.

اسپاگتی شدن

اگر شما آن‌قدر کم شانس باشید که در نزدیکی یک سیاه‌چاله‌ی شیب‌دار قرار بگیرید، نیروی گرانشی بسیار قوی آن شما را چون نور و ماده به درون خود می‌مکد. حتی در صورت نزدیکتر شدن، قدرت گرانش به قدری به‌سرعت زیاد می‌شود که پاهای شما را زودتر از سرتان می‌مکد و بدن شما حالت کشیده پیدا می‌کند و شبیه به یک رشته اسپاگتی می‌شود.





با تاثیر گذاشتن بر امواج نور، **بدن قرمز می نماید**

سیاه‌چاله‌ی بسیار حجیم ◄
به‌نظر می‌آید که سیاه‌چاله‌های بسیار حجیم انرژی فوق العاده زیاد کهکشان‌های فعالی چون کوازارها را تأمین می‌کنند. جرم این سیاه‌چاله‌ها میلیون‌ها بار از جرم خورشید زیادتر است. ماده‌ای که از ابرهای گازی یا ستارگان مجاور به درون سیاه‌چاله مکیده می‌شود، دیسک شتاب‌داری را پدید می‌آورد که قادر است نور و دیگر تابش‌ها از خود ساطع کند. از مرکز دیسک، انرژی به بیرون ارسال می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◄◄ جاذبه ۷۲ • کهکشان‌ها ۱۶۴-۱۶۵ • سحابی‌ها ۱۶۸

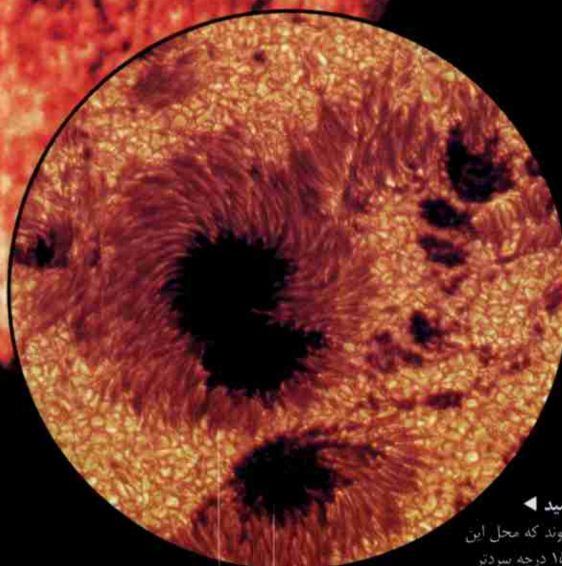
خورشید

این گوشه از جهان که ما در آن زندگی می‌کنیم تحت سلطه‌ی ستاره‌ای است که آن را خورشید می‌نامیم. خورشید، به همراه مجموعه‌ای از سیاره‌ها، قمرها و اجرام دیگری که منظومه‌ی شمسی را تشکیل می‌دهند، در سفری دایمی است. خورشید بسیار بزرگ است– بیش از صد برابر زمین قطر دارد. جرم آن، با جرم هیچ‌کدام از اجزای منظومه قابل مقایسه نیست، زیرا ۷۵۰ برابر مجموع جرم تمام آن‌ها است. گاهی اوقات، ماه در هنگام روز بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد و **خورشیدگرفتگی** یا کسوف رخ می‌دهد.



▲ حلقه‌های اتمسفر خورشید
لایه‌هایی از گاز خورشید را در برگرفته‌اند. بیرونی‌ترین لایه‌ی اتمسفر خورشید را کرونا (تاج) می‌نامند. این لایه، در زیر نور فرابنفش حلقه‌هایی متشکل از گازهای داغ را نشان می‌دهد. این حلقه‌ها گاهی تا ارتفاع ۵۰۰ هزار کیلومتری خورشید بالا می‌روند. لایه‌ی داخلی اتمسفر خورشید که کروموسفر (کرومو = رنگ) نام دارد به رنگ صورتی دیده می‌شود.

هشدار: هرگز به طور مستقیم و به‌خصوص با دوربین و تلسکوپ به خورشید نگاه نکنید، زیرا نور شدید آن ممکن است باعث نابینایی شود.



لکه‌های خورشید ◄
گاه گاهی لکه‌های تیره‌ای در سطح خورشید ظاهر می‌شوند که محل این لکه‌ها در مقایسه با سایر نقاط سطح خورشید، حدود ۱۵۰۰ درجه سردتر است. قطر لکه‌ها متفاوت است و از چند هزار تا ۱۰۰ هزار کیلومتر می‌رسد. این لکه‌ها تا چند ساعت و گاهی تا هفته‌ها همچنان باقی می‌مانند. تعداد لکه‌ها، در دوره‌های ۱۱ ساله، که به آن چرخه‌ی لکه‌های خورشیدی می‌گوییم، کم و زیاد می‌شود.

▲ سطح آشفته
سطح خورشید (موسوم به فتوسفر) را توده‌ای از گازهای خروشان تشکیل می‌دهند که در ظاهر به دریایی متلاطم و توفانی می‌ماند. یکی از دلایل ایجاد این وضع را وجود میدان مغناطیسی بسیار پر قدرت می‌دانند. که هزاران برابر جاذبه‌ی زمین است خورشید در واقع سطح معینی ندارد و آن را فقط باید بالاترین لایه گازی این ستاره دانست. سطح خورشید به‌نظر می‌رسد پوشیده از خال‌های روشن، لکه‌های خورشیدی و مناطق روشن است که در اثر انفجارهای معروف به زبانه‌های خورشیدی پدید می‌آیند.

e ⏭
خورشید
sun

درون خورشید



داده‌های پایه

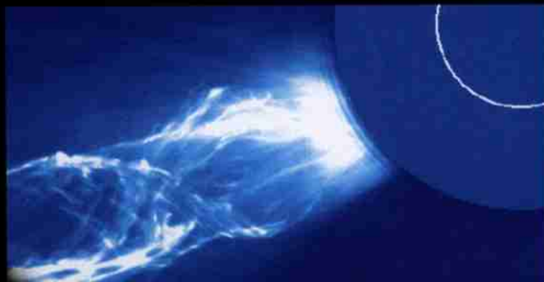
قطر در استوا	۱/۴ میلیون کیلومتر
فاصله از زمین	۱۴۹ میلیون کیلومتر
جرم (زمین=۱)	۳۳۰ هزار
متوسط چگالی	۱/۴۱ برابر چگالی آب
دوره‌ی چرخش	۲۵/۴ روز (در استوا)
دمای سطحی	۵۵۰۰°C
دمای هسته	۱۵ میلیون درجه سانتی گراد
سن	۴/۶ میلیارد سال

زبانه‌ی خورشیدی
مجموعه‌ای از گازهای داغ که تحت تأثیر میدان مغناطیسی پدید آمده‌اند

فتوسفر
سطح نورزای خورشید

ظاهر دانه دانه
حباب گازهای داغ به قطر ۱۰۰۰ کیلومتر

▲ نوترینوهای خورشید
دانشمندان در رصدخانه‌ی واقع در آنتاریوی کانادا، نوترینوها، یعنی ذرات باردار را که از خورشید می‌آیند را با استفاده از مخزنی که در اعماق زمین نصب شده، به دام می‌اندازند. نوترینوها در بخش مرکزی خورشید و ستارگان دیگر به‌وجود می‌آیند. دانشمندان با مطالعه‌ی آن‌ها، اطلاعات بیشتری را درباره‌ی ساختمان هسته‌ی ستاره‌ها جمع آوری می‌کنند. نوترینوها توان عبور از ماده و خاک را دارند اما در مخازن زیرزمینی، چون امکان تداخل آن‌ها با ذرات دیگر وجود ندارد، می‌توان آن‌ها را جمع آوری کرد.



بادهای خورشیدی ◄
از خورشید همواره ذرات باردار در فضا پراکنده می‌شوند که به آن‌ها باد خورشیدی می‌گویند. بادهای خورشیدی تأثیرات زیادی روی وضعیت هوای زمین می‌گذارند. چنان که این تصویر نشان می‌دهد، گاهی مقدار ذارت جدا شده از خورشید زیاد است، که در این حال، آن ذرات می‌توانند باعث بروز توفان مغناطیسی در زمین شوند. این توفان‌ها بر عقربه‌های قطب نما اثر می‌گذارند و پیام‌های رادیویی را مختل می‌کنند.

خورشیدگرفتگی (کسوف)

گاهی ماه در حین گردش به دور زمین مستقیماً از جلوی خورشید می‌گذرد و مانع رسیدن نور آن به زمین می‌شود. به این حالت که مدت زیادی طول نمی‌کشد، خورشیدگرفتگی یا کسوف می‌گویند. گاهی خورشیدگرفتگی کامل و گاهی ناقص است، یعنی فقط روی قسمتی از آن پوشیده می‌شود. خورشیدگرفتگی کامل به‌ندرت اتفاق می‌افتد. در چنین مواقعی، هوا مانند شب تاریک می‌شود، خورشید گرفتگی کامل، فقط ۷/۵ دقیقه و حتی کمتر طول می‌کشد.



▲ مشاهده‌ی کرونا
کرونای خورشید (تاج یا اتمسفر بیرونی آن) از زمین دیده نمی‌شود، زیرا فتوسفر آن روشنایی زیادی دارد. اما در طول خورشید گرفتگی کامل، ماه سطح خورشید را می‌پوشاند و بنابر این، اتمسفر آن پدیدار می‌شود. کرونا که مانند هاله‌ای شیری رنگ است، تا میلیون‌ها کیلومتر در فضا امتداد دارد. دمای کرونا حدود ۳ میلیون درجه‌ی سانتی‌گراد است.



در سایه‌ی ماه ◄
در طول خورشید گرفتگی، سایه‌ی ماه روی زمین می‌افتد. افرادی که در منطقه‌ی سایه‌ی کامل (اومبرا) ساکنند، خورشید گرفتگی را به‌طور کامل می‌بینند. اما کسانی که در منطقه‌ی نیم‌سایه (پنومبرا) قرار دارند، قسمتی از خورشید را تاریک می‌بینند. با گردش ماه به دور زمین، منطقه‌ی سایه‌ی کامل هم مانند کمربندی به جلو کشانده می‌شود. پهنای این کمربند سایه‌ی کامل، حدود ۲۷۰ کیلومتر است.

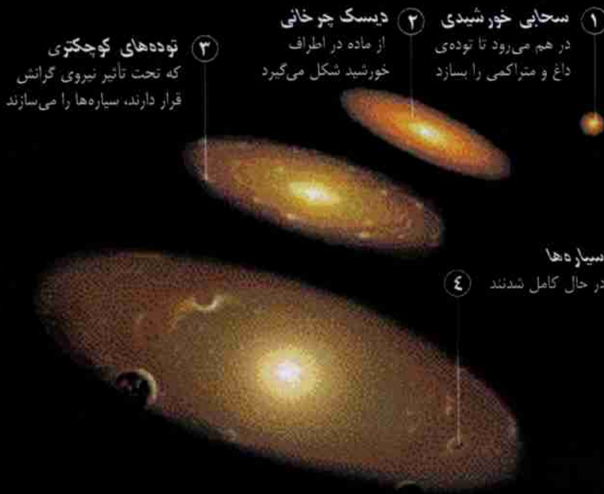
نیز نگاه کنید به ◄◄ انفجار بزرگ ۱۶۲-۱۶۳ • ستاره‌ها ۱۶۶-۱۶۷ • ماه ۱۷۷ • ساختار زمین ۲۰۶-۲۰۷

منظومه‌ی شمسی

جایگاه کوچک ما در این جهان بزرگ تحت تأثیر وجود ستاره‌ای کوچک به نام خورشید قرار دارد. این ستاره، با نیروی گرانشی خود توانسته است خانواده‌ی بزرگی را گرد خود نگه دارد که شامل **سیارات**، **قمرها**، سیارک‌ها، دنباله دارها و اجرام کوچکتری است که این مجموعه، در فضا در حال جابه‌جایی است. تأثیر وجود خورشید، یعنی نور، گرما، گرانش و ذراتی که به اطراف می‌فرستد، از محدوده‌ی منظومه هم می‌گذرد و تا حدود فاصله‌ی نزدیکترین ستاره، یعنی قنطورس نزدیک نیز می‌رسد.

پیدایش منظومه‌ی شمسی

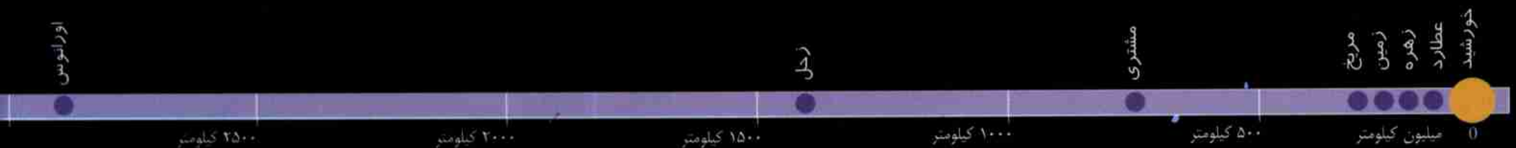
منظومه‌ی شمسی حدود ۵ میلیارد سال سن دارد و در ابتدا از ابر بزرگی که از جنس گاز و غبار بود، پدید آمد. ذرات این ابر، تحت تأثیر نیروی گرانش به هم چسبیدند و خورشید و بخش دیسک مانندی را حاصل آوردند که آن هم بعدها سیارات را به‌وجود آورد.

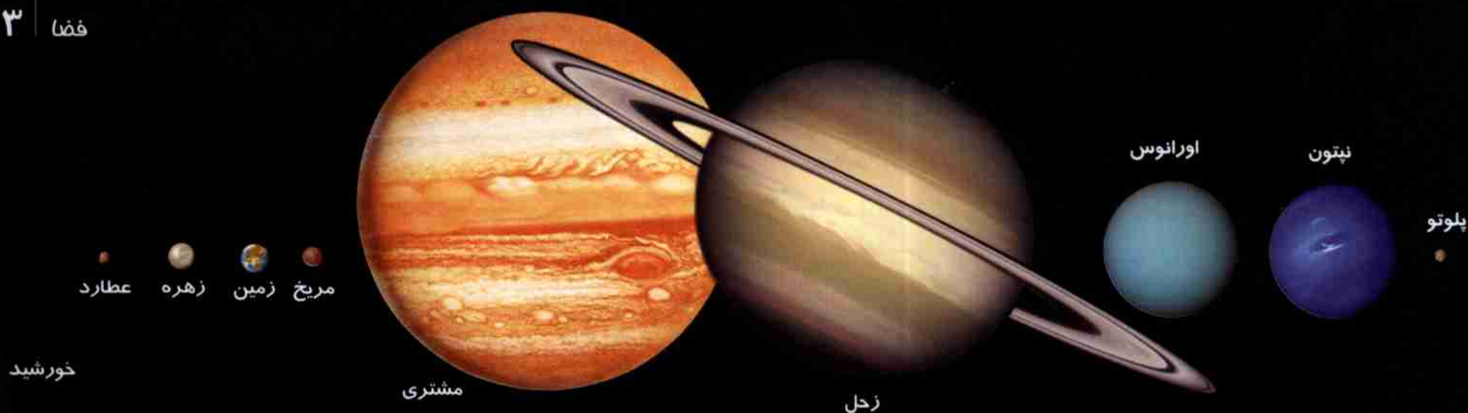


منظومه‌ی شمسی
solar system

▼ مدارهای منظومه‌ی شمسی
سیارات، هر کدام در مدار ویژه‌ی خود به دور خورشید می‌گردند. این مدارها بیضی‌اند. در این تصویر، قسمتی از مدارها را می‌بینید که البته طبق مقیاس واقعی ترسیم نشده‌اند. همه‌ی سیارات به جز پلوتو، دور مدارهایی گردش می‌کنند که در امتداد یک سطح واقعند. اما مدار پلوتو، اندکی مورب است. در ضمن، همه‌ی سیارات در جهت خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت حرکت می‌کنند اما مدار حرکت دنباله دارها به دور خورشید، نظم معینی ندارد و در ضمن، کشیده‌تر هم هست.

نپتون
عطارد
خورشید
زهره
زمین
مشتری
کمربند سیارکی
زحل
دنباله دار





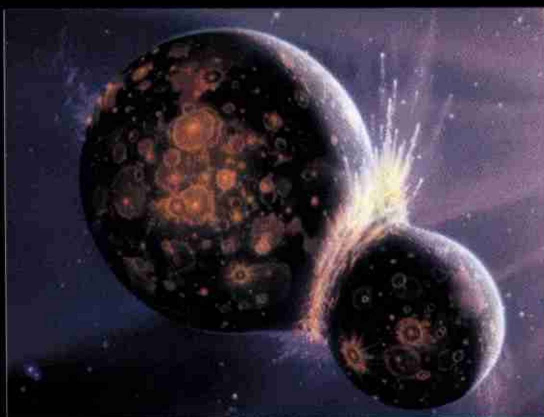
▲ مقایسه‌ی سیارات
سیارات از لحاظ حجم با هم بسیار متفاوتند. قطر زمین که از جمله سیارات کوچک به شمار می‌آید، ۱۲۷۵۶ کیلومتر است. بیشتر از ۱۳۰۰ سیاره به اندازه‌ی زمین در مشتری، یعنی بزرگترین سیاره، جای می‌گیرد. اما خورشید بیشتر از ۹۹/۹ جرم منظومه‌ی شمسی را دارد. سیارات در گردش به دور خورشید به حالت قائم نسبت به مدار خود قرار نمی‌گیرند و محور چرخش آنها با سطح مدار زاویه می‌سازد، که این زاویه‌ی انحراف برای سیارات مختلف متفاوت است.

سیارات

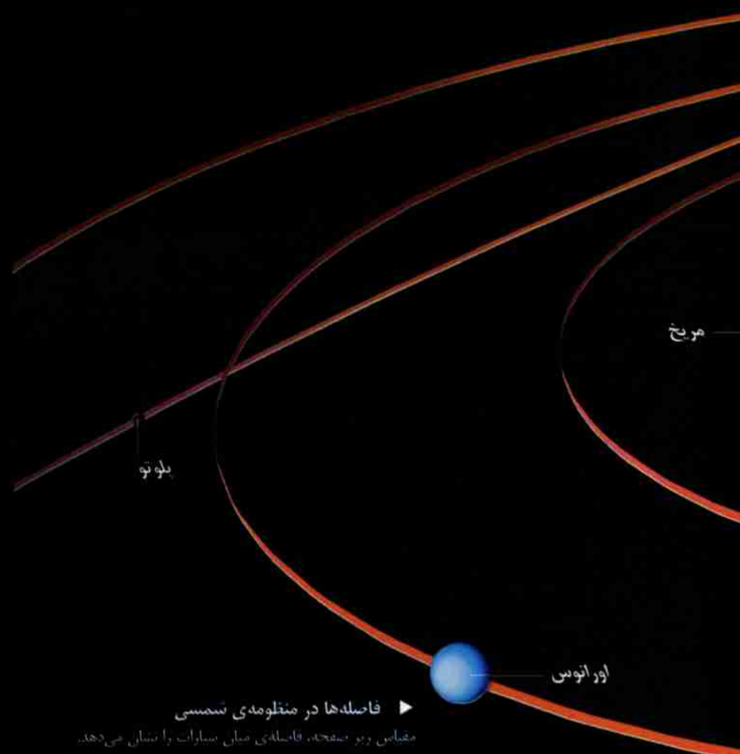
نه سیاره در مدارهای خود به دور خورشید می‌گردند. چهار سیاره‌ی درونی، از جنس سنگ و فلزند، اما سیارات بیرونی توده‌هایی از مایع و گازند (به جز پلوتو که از یخ و سنگ ساخته شده است). مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک سیاره به دور خورشید بگردد، سال آن، و مدت چرخش به دور خودش، روز آن است.

قمرها

در منظومه‌ی شمسی حدود ۱۲۰ قمر می‌شناسیم. زمین یک قمر و مشتری ۶۳ قمر دارد که بیشتر آن‌ها بسیار کوچکند اما قطر بزرگ‌ترین آن‌ها به‌نام گانیمد، ۵۲۶۸ کیلومتر، یعنی از عطارد بزرگ‌تر است.



▲ ماه چگونه به وجود آمد؟
طرز پیدایش ماه کاملا روشن نیست. عده‌ای معتقدند جسمی به اندازه‌ی مریخ در نخستین مراحل عمر زمین، حدود ۴ میلیارد سال قبل، با آن برخورد کرد و حاصل این برخورد، گرم و ذوب شدن موادی از دو کره بود که به فضا پرتاب شد و پس از مدتی این مواد به هم چسبیدند و ماه را پدید آوردند.



▶ فاصله‌ها در منظومه‌ی شمسی
مقیاس زیر صفحه، فاصله‌ی میان سیارات را نشان می‌دهد. چهار سیاره‌ی درونی در مقایسه با پنج سیاره‌ی بیرونی به یکدیگر نزدیک‌ترند. در بیرون از مدار پلوتو و تا فاصله‌ی ۴ میلیارد کیلومتری نیز اجرام کوچک‌تری وجود دارند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ خورشید ۱۷۰-۱۷۱ ● زمین ۱۷۶ ● ماه ۱۷۷ ● مشتری ۱۷۹ ● سیارک‌ها ۱۸۴-● دنباله دارها ۱۸۵

عطارد

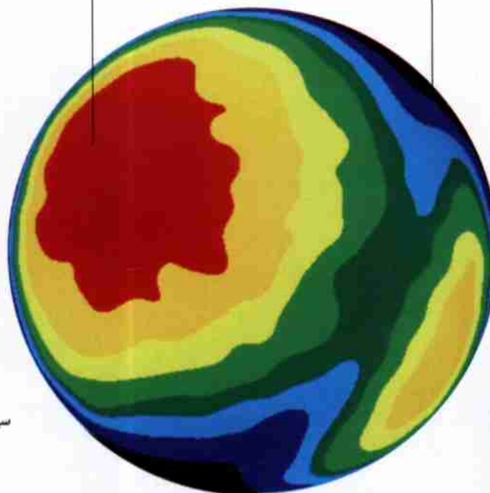
عطارد نزدیک‌ترین سیاره به خورشید است و در روز، سطحی بسیار داغ دارد، اما چون اتمسفری برای نگهداری گرما ندارد، شب‌هایش بسیار سردند. عطارد سیاره‌ای سنگی است و حدود قطر زمین را دارد. سطح این سیاره پر از دهانه‌ی برخوردی (چاله‌های محل برخورد شهاب‌سنگ‌ها در زمان‌های دور) است و از این لحاظ تا حدی به قسمت‌هایی از سطح ماه شبیه است.



◀ سطح عطارد
عمق چاله‌های محل برخورد شهاب سنگ‌ها با سطح این سیاره زیاد نیست و قطر آن‌ها بین چند متر تا صدها کیلومتر متغیراست. فاصله‌ی این چاله‌ها را دشت‌هایی فراگرفته که پوشیده از گدازه‌اند، اما در فواصلی، برآمدگی‌هایی هم دارند.



▲ حوضچه‌ی کالوریس
بزرگترین پدیده‌ی شناخته شده در سطح عطارد، حوضچه‌ی کالوریس است که قطری برابر ۱۳۰۰ کیلومتر دارد. این فرورفتگی زمانی پدید آمد که یک جسم فضایی به قطر ۱۰۰ کیلومتر با سطح این سیاره برخورد کرد. در این تصویر که سفینه‌ی مارینر ۱۰ آن را گرفته، نیمی از حوضچه در بالا دیده می‌شود که با کوه‌های حاصل از برخورد احاطه شده است.



◀ تفاوت دماها
در این نقشه‌ی گرمایی، رنگ قرمز بیشترین دما را در جایی نشان می‌دهد که رو به خورشید است. نواحی بنفش، سردترین نقاطند. دمای سطح عطارد از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد در آفتاب، تا منهای ۱۸۰ درجه سانتیگراد در تاریکی تغییر می‌کند. چرخش آرام عطارد به دور خود سبب می‌شود که این سیاره ۱۷۶ روز و ۱۷۶ شب دارا باشد.



▲ عبور عطارد
در روز ۷ مه ۲۰۰۳ توانستیم عطارد را در هنگام عبور از مقابل خورشید ببینیم. این اتفاق در هر ۱۰ سال فقط یک یا دو بار تکرار می‌شود. این تصویر از مجموعه‌ی عکس‌هایی که سفینه‌ی فضایی SOHO در فاصله‌های زمانی معین و در طول این عبور ۵ ساعته گرفته بود بازسازی شده است.

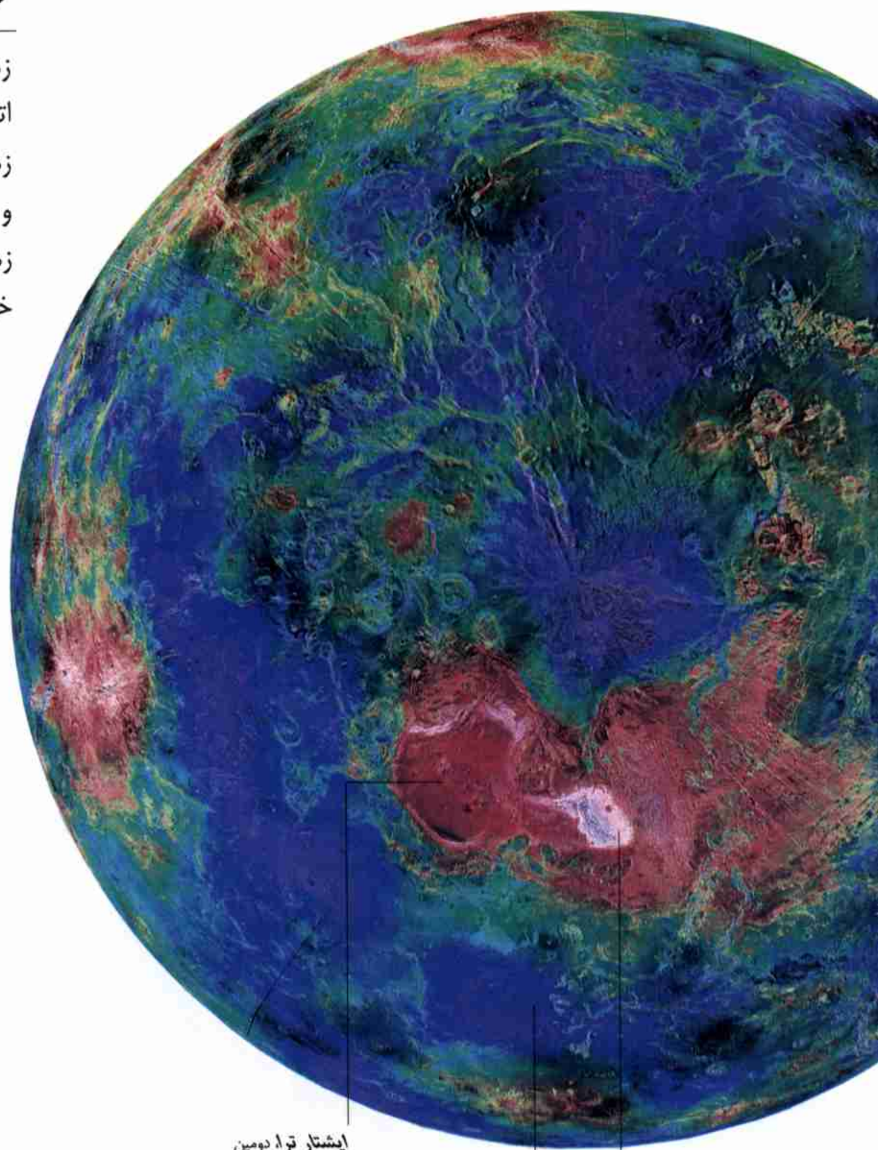


مقایسه‌ی حجم	داده‌های پایه		ساختمان داخلی
زمین / عطارد	قطر در استوا	٤٨٨٠ کیلومتر	**پوسته‌ی نازک** سنگ‌های سیلیکاتی
	میانگین فاصله از خورشید	۵۷/۹ میلیون کیلومتر	**گوشته**، سنگ‌های سیلیکاتی
	گردش انتقالی	۸۸ روز	**هسته‌ی آهنی**، به قطر ۳۶۰۰ کیلومتر
	گردش وضعی	۵۸/۷ ساعت	
	جرم (زمین=۱)	۰/۰۶	
	گرانش(زمین=۱)	۰/۳۸	
	میانگین دمای سطحی	۱۶۷ c	
	تعداد اقمار	صفر	

نیز نگاه کنید به ◀◀ خورشید ۱۷۰-۱۷۱ • ماه ۱۷۷ • مأموریت بین‌سیاره‌ای ۱۹۸-۱۹۹

زهره

زهره کمی از زمین کوچکتر و از سنگ تشکیل شده است و اتمسفر دارد، اما از جهات دیگر به زمین شبیه نیست. سطح زهره پوشیده از آتش‌فشان‌ها است. اتمسفر آن بسیار غلیظ است و دمای سطح این سیاره از دمای اجاق بیشتر است. طول سال زهره ۲۲۵ روز زمینی است، اما در ۲۴۳ روز فقط یک بار به دور خود می‌چرخد، یعنی، روز آن از سالش طولانی‌تر است



◀ نقشه‌برداری از سطح زهره
این تصویر بازسازی‌شده، حاصل تصویرهایی است که رادار سَفینه‌ی فضایی ماژلان ارسال داشته است و پدیده‌های روی نیمکره‌ی شمالی این سیاره را نشان می‌دهد. بخش‌های قرمز، محل‌های مرتفع و بخش‌های آبی، دشت‌ها و دره‌ها را نشان می‌دهند. حدود چهار پنجم سطح این سیاره با گدازه پوشیده شده است.

ایشتار ترا دومین بلندی یا قاره‌ی وسیع زهره

سدناپلاتیتیا
یکی از دره‌های فراوان روی زهره

کوه‌های ماکسول
رشته کوهی به ارتفاع ۱۲ کیلومتر

e زهره venus



اتمسفر ابری ◀
اتمسفر زهره از اتمسفر زمین بسیار غلیظ تر است و بیشتر حجم آن را دی اکسید کربن تشکیل می‌دهد. فشار هوای زهره در مقایسه با فشار هوای زمین، یکصد برابر بیشتر است. جنس ابرهای انبوه اتمسفر زهره مجموعه‌ای از قطره‌های ریز اسید سولفوریک است. این اتمسفر، مانند اثر گلخانه‌ای عمل می‌کند و در نتیجه، دمای سطح این سیاره به ۴۷۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

▼ آتش‌فشان‌ها
قطر یکی از آتش فشان‌های بزرگ سطح زهره به نام ما آت مونس، برابر ۲۰۰ کیلومتر و ارتفاع آن ۹ کیلومتر است. این کوه در گذشته بارها فعالیت کرده و گدازه‌های زیادی را بر روی این سیاره فرو پاشیده است، اما امروزه احتمالاً فعالیتی ندارد.

مقایسه‌ی حجم

زمین

زهره

داده‌های پایه

قطر در استوا	۱۲۱۰٤ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۱۰۸/۲ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۲۲٤/۷ روز
گردش وضعی	۲۴۳ روز
جرم (زمین=۱)	۰/۸۲
گرانش(زمین=۱)	۰/۹
میانگین دمای سطحی	٤٦٤ c
تعداد اقمار	صفر

ساختمان داخلی

هسته‌ی آهن نیکلی

گوشته‌ی ضخیم سنگی

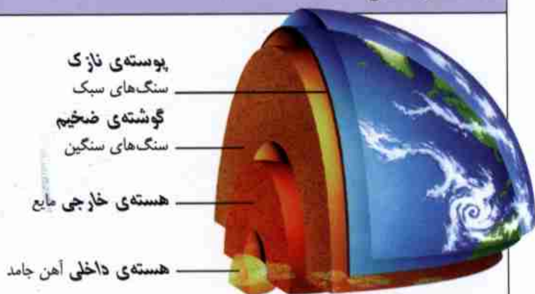
پوسته‌ی نازک
از سنگ‌های سیلیکانی

نیز نگاه کنید به ◀◀ زمین ۱۷۶ ● مأموریت‌های بین‌سیاره‌ای ۱۹۸-۱۹۹ ● آتش‌فشان ۲۱۲-۲۱۳

زمین

سیاره‌ای که روی آن زندگی می‌کنیم، در منظومه‌ی شمسی نظیری ندارد، زیرا شرایط لازم برای زندگی در آن فراهم است. نه گرم است و نه سرد، آب زیادی دارد و اکسیژن کافی در اتمسفر آن موجود است. جنس زمین، در اصل سنگی است اما هسته‌ای از جنس آهن و نیکل دارد که قسمتی از آن مذاب است. وجود حرکات ویژه در مواد تشکیل دهنده‌ی هسته، میدان مغناطیسی این سیاره را پدید می‌آورد که دامنه‌ی آن تا دور دست در فضا نیز ادامه می‌یابد و مگنتوسفر نام دارد.

ساختمان داخلی



داده‌های پایه

قطر در استوا	۱۲۷۵۶ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۱۴۹/۶ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۳۶۵/۲۵ روز
گردش وضعی	۲۳/۹۳ ساعت
جرم (زمین=۱)	۱
گرانش(زمین=۱)	۱
میانگین دمای سطحی	-۷۰ c تا ۵۵ c+
تعداد اقمار	۱(ماه)



◄ شفق‌های قطبی

در مواقعی از سال، نورهای رنگین جالبی در آسمان آلاسکا ظاهر می‌شوند که آن‌ها را شفق قطبی می‌نامند. البته، در آسمان قطب جنوب نیز نظیر این پدیده اتفاق می‌افتد. شفق‌های قطبی زمانی پدید می‌آیند که ذرات باردار موجود در مگنتوسفر زمین تحت تأثیر توفان‌های خورشیدی قرار می‌گیرند این ذرات به سمت قطب‌ها جاری می‌شوند و ضمن مخلوط شدن با هوا حالت درخشان می‌یابند.

اتمسفر فعال

اقیانوس‌ها
۷۰ درصد سطح زمین را فراگرفته‌اند

سیاره‌ی آبی ◄

کره‌ی زمین از فضا، به رنگ اقیانوس‌ها، یعنی آبی دیده می‌شود. لایه‌ای سنگی، پوسته‌ی زمین را تشکیل داده است که بخش‌های مرتفع آن خشکی‌ها و بخش‌های فرورفته، اقیانوس‌ها را پدید آورده‌اند. لایه‌ای از گاز (اتمسفر) هم زمین را از هر طرف احاطه کرده که ترکیب اصلی آن نیتروژن و اکسیژن است و همواره در بخش‌هایی از اتمسفر، ابر تشکیل می‌شود.

قاره‌ی آمریکای جنوبی
یکی از بزرگ‌ترین گستره‌ی خشکی زمین است



جیمز ون‌آلن
آمریکایی، ۱۹۱۴-

اولین اخترفیزیکدانی که در سال ۱۹۵۸ روی ماهواره‌ی اکسپلورر I کار می‌کرد. این ماهواره اطلاعاتی را درباره‌ی میدان مغناطیسی زمین جمع آوری کرد. ون‌آلن مناطقی را در اطراف زمین کشف کرد که تراکم ذرات باردار در آن‌ها زیاد بود. امروزه، این پدیده یا « کمربند » را به نام خود او، کمربندهای ون‌آلن می‌نامند.



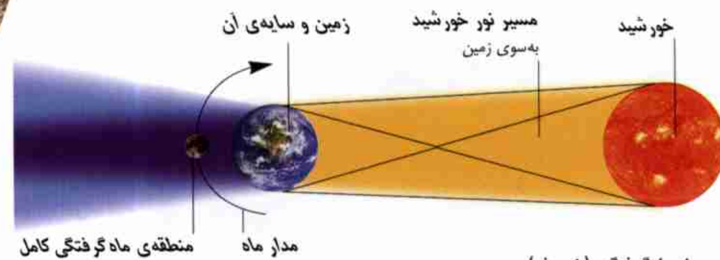
نیز نگاه کنید به ◄◄ ساختار زمین ۲۰۶-۲۰۷ ● زمین ساخت ورقی ۲۰۸-۲۰۹ ● اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵

مــاه

کره‌ی ماه تنها قمر طبیعی زمین است و ماهی یک بار به دور زمین می‌گردد. چهره‌ی این قمر ضمن گردش به دور زمین یکسان نمی‌ماند و آن را به شکل‌های مختلفی می‌بینیم. به مجموعه‌ی این شکل‌ها، **اهله‌ی قمر** گفته می‌شود. ماه نیز مانند زمین، سنگی است، اما قطری برابر یک چهارم قطر زمین دارد. نیروی گرانش ماه به علت کوچکی حجم، فقط یک ششم نیروی گرانشی زمین است. ماه اتمسفر ندارد.



▲ **سطح ماه**
از روی زمین، فقط یک سمت ماه را می‌بینیم- سمت جلو. بخش‌های تیره رنگ تصویر، دشت‌های بزرگ پر از غبارند که ماریا (دریا) نامیده می‌شوند. قسمت‌های روشن، ارتفاعاتند. دهانه‌های برخوردی در آن‌ها زیاد است و صدها کیلومتر وسعت دارند قسمت پشتی ماه، دهانه‌های بسیار زیادتری دارد.

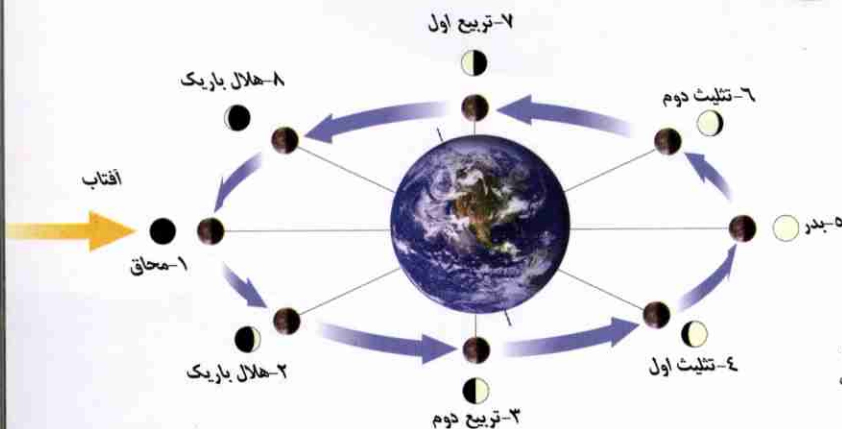


▲ **ماه‌گرفتگی (خسوف)**
کره‌ی ماه سالی دو سه بار در سایه‌ی زمین قرار می‌گیرد. این پدیده در مواقعی اتفاق می‌افتد که خورشید، زمین و ماه در یک امتداد واقع می‌شوند. اما در ماه‌گرفتگی کامل، این کره کاملاً ناپدید نمی‌شود، بلکه، به رنگ قرمز کمرنگ در می‌آید، زیرا قسمتی از پرتوهای خورشید، که توسط اتمسفر زمین شکسته می‌شوند، آن را روشن می‌کند.



اهله‌ی قمر

در طول یک ماه، این قمر مرتب شکل عوض می‌کند. علت این پدیده هم حرکت ماه به دور زمین است و ما فقط بخش روشن آن را می‌بینیم. ماه در هر ۲۹/۵۳ روز یک بار این حالت‌ها را از خود نشان می‌دهد.



◀ **چرخه‌ی ماه**
زمانی که ماه مستقیماً بین زمین و خورشید قرار دارد، طرف رو به زمین آن تاریک است. به این حالت محاق می‌گویند. اما شب بعد، هلال باریکی از آن پدیدار می‌شود که به ماه نو معروف است، در شب‌های بعد، به ترتیب سطح بیشتری از ماه پیدا می‌شود تا این که در شب چهاردهم، قرص کامل آن، یا حالت بدر، را می‌بینیم. اما از آن شب به بعد، دوباره در شب‌های متوالی از قسمت روشن ماه کاسته می‌شود تا مجدداً به حالت محاق برسد.

ساختمان داخلی

هسته‌ی داخلی از آهن جامد
هسته‌ی خارجی از آهن نیمه‌جامد
گوشته‌ی قطور سنگی
پوسته‌ی سنگی نازک

داده‌های پایه

قطر در استوا	۳۴۷۶ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۳۸٤/٤۰۰ کیلومتر
گردش انتقالی	۲۷/۳۲ روز
گردش وضعی	۲۷/۳۲ روز
جرم (زمین=۱)	۰/۰۱
گرانش(زمین=۱)	۰/۱۷
میانگین دمای سطحی	-۲۰ c
مدت یک چرخه‌ی کامل	۲۹/۳ روز

مقایسه‌ی حجم

زمین
ماه

نیز نگاه کنید به ◀◀ خورشید ۱۷۰-۱۷۱ • منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ • زمین ۱۷۶

مریخ

مریخ، چهارمین سیاره از خورشید و نزدیکترین همسایه‌ی زمین است. مریخ اتمسفری رقیق (بیشتر از جنس دی اکسید کربن) و کلاهک‌های یخی در قطب‌ها دارد. وجود کانال‌های زیاد در سطح مریخ نشان می‌دهد که شاید در گذشته، آب در سطح این سیاره جریان داشته که امروزه منجمد شده است. بعضی از اخترشناسان معتقدند که مریخ در گذشته گرم‌تر بوده و شاید آثاری از حیات را نیز داشته است.



والس مارینوس
دره‌ای به عمق ۸
و درازای ۴۵۰۰ کیلومتر

◄ سیاره‌ی سرخ
سطح مریخ به علت دارا بودن اکسید آهن فراوان در سنگ‌ها و غبارهای خود، قرمز به نظر می‌رسد. از درون اتمسفر رقیق این کره دره‌ی بزرگ والس مارینوس را می‌توان دید.
بر روی مریخ، بیابان‌های پر از ماسه، دهانه‌های برخوردی وسیع، کانال‌ها و آتش فشان‌هایی هم وجود دارد.



▲ اولیمپوس مونس (کوه‌های اولیمپوس)
ابرهایی در اطراف قله‌ی بزرگترین کوه آتشفشانی مریخ، یا کوه اولیمپوس، را گرفته‌اند. قطر این کوه در پایه، ۶۰۰ کیلومتر و ارتفاع آن ۴۴ کیلومتر است؛ در این صورت، بزرگترین آتش‌فشان در منظومه‌ی شمسی محسوب می‌شود. این کوه نزدیک استوای مریخ واقع است و سه آتش‌فشان بزرگ دیگر نیز در کنارش وجود دارند.



فوبوس



دیموس

◄ قمرهای مریخ
اخترشناسان عقیده دارند که دو قمر کوچک مریخ، در اصل، سیارک‌هایی بوده‌اند که مدت‌ها قبل، این کره با نیروی گرانش خود آن‌ها را به دام انداخته است. قمر بزرگ‌تر، یا فوبوس، توده‌ای با شکل غیرهندسی به قطر ۲۶ کیلومتر است و قمر دوم، یا دیموس، ۱۶ کیلومتر قطر دارد. سطح هر دو قمر پر از دهانه‌های برخوردی است و به نظر می‌رسد از سنگ‌های سرشار از کربن تشکیل شده باشند.

▼ سطح مریخ
سطح مریخ را ماده‌ای ماسه مانند و قرمز رنگ پوشانده، که سنگ‌های بزرگ و کوچکی هم به صورت پراکنده بر روی آن وجود دارند. سفینه‌ی فضایی پت‌فایندر که در سال ۱۹۹۷ بر سطح مریخ نشست، این تصویر را ارسال کرده است. بعضی از اخترشناسان معتقدند در گذشته این‌جا دشت سیلابی بوده است، دو تپه‌ای که در افق می‌بینید کوه‌های دوقلو خوانده می‌شوند.

ساختمان داخلی

هسته احتمالاً آهنی و جامد است
گوشته، سنگ‌های سیلیکانی
پوسته سنگی و نازک
اتمسفر رقیق
بیشتر از دی‌اکسید کربن

داده‌های پایه	
قطر در استوا	۶۷۹٤ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۲۲۷/۹ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۶۸۶ روز
گردش وضعی	۲٤/۶۳ ساعت
جرم (زمین=۱)	۰/۱۱
گرانش(زمین=۱)	۰/۳۸
میانگین دمای سطحی	-۶۳ c
تعداد اقمار	۲ (فوبوس و دیموس)

مقایسه‌ی حجم

زمین
مریخ

نیز نگاه کنید به ◄◄ منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ ● مأموریت‌های بین‌سیاره‌ای ۱۹۸-۱۹۹

مشتری

مشتری، بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی است. قطری ۱۱ برابر قطر زمین و جرمی۲/۵ برابر مجموع جرم بقیه‌ی سیاره‌ها دارد. مشتری، سطح جامدی ندارد. در زیر ابرهای سوزان آن، هیدروژن داغ و مایع و سپس لایه‌ای از هیدروژن شبیه فلز مایع و بالاخره، هسته‌ای سنگی در وسط دارد. مشتری، در بخش استوایی خود حلقه‌ی رقیقی دارد که از جنس غبارهای بسیار نرم است.

▲ اتمسفر مشتری
در اتمسفر مشتری نوارهای تیره و روشن متناوبی موجود است. نوارهای تیره را کمربند و نوارهای روشن را منطقه می‌نامند. رنگ‌های مختلف تصویر وجود ترکیبات شیمیایی مختلف از قبیل گوگرد، آمونیاک و ترکیبات فلزی را نشان می‌دهند.




کالیستو


گانیمد


اروپا


آیو

▲ قمرهای گالیله‌ای
گالیله، اختر شناس ایتالیایی، در سال ۱۶۰۹ برای نخستین بار چهار قمر بزرگ‌تر مشتری به نام‌های آیو، اروپا، گانیمد و کالیستو را رصد کرد. گانیمد، که از بقیه اقمار بزرگتر است با ۵۲۶۸ کیلومتر قطر، بزرگترین قمر منظومه‌ی شمسی به شمار می‌آید.

لکه‌ی قرمز بزرگ ◀
اخترشناسان به مدت ۳ قرن لکه‌ی بزرگی را روی مشتری می‌دیدند، اما در قرن گذشته بود که سفینه‌های فضایی آن را نشان وجود گرد و بادهایی اعلام کردند که در درونش بادهایی بسیار شدید، خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت در جریانند، قطر این لکه، حدود ۴۰ هزار کیلومتر است.



▶ نورهای مشتری
در بالای قطب‌های سیاره‌ی مشتری هم مانند زمین شفق‌های قطبی وجود دارد، اما در این سیاره، جلوه‌ی نورها بسیار مشخص‌تر است و به عبارت دیگر، ۱۰ هزار برابر شدیدتر از نور شفق‌های قطبی زمین هستند؛ طوری که حتی سیاره‌ی مشتری را هم روشن می‌کنند.

ساختمان داخلی

- **اتمسفر**، بیشتر از هیدروژن و هلیوم
- **هیدروژن مایع**
- **هیدروژن فلزی** (هیدروژن به شکل فلز مایع)
- **هسته‌ی کوچک** و احتمالاً سنگی

داده‌های پایه

قطر در استوا	۱۴۲۹۸٤ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۷۷۸/٤ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۱۱/۸۷ سال
گردش وضعی	۹/۹۳ ساعت
جرم (زمین=۱)	۳۱۸
گرانش(زمین=۱)	۳/۳۶
میانگین دمای سطحی	-۱۱۰ c
تعداد اقمار	حداقل ۶۳

مقایسه‌ی حجم

زمین
مشتری

نیز نگاه کنید به ◀◀ منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ • زمین ۱۷۶ • اخترشناسی ۱۸۶

زحل

زحل را بی‌تردید باید زیباترین سیاره دانست. این سیاره حلقه‌های متعددش را ضمن گردش ۳۰ ساله‌ی خود به دور خورشید از زوایای مختلف، به شکل‌های متفاوتی نشان می‌دهد. زحل هم، که بعد از مشتری بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی است، در اصل از گاز تشکیل شده و بسیار سبک است، طوری که اگر می‌توانست در آب انداخته شود بر روی آن می‌ماند. در اتمسفر قطور زحل هم مانند مشتری نوارهایی وجود دارد، که وضوح کمتری نسبت به نوارهای مشتری دارند.

ساختمان داخلی

- **اتمسفر** دارای هیدروژن و هلیوم
- **هیدروژن و هلیوم مایع**
- **هیدروژن فلزی مایع**
- **هسته‌ی** احتمالاً سنگی و یخی

داده‌های پایه

قطر در استوا	۱۲۰۵۳۶ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۱/۴۲۷ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۲۹/۴۶ سال
گردش وضعی	۱۰/۶۶ ساعت
جرم (زمین=۱)	۹۵
گرانش(زمین=۱)	۰/۹۲
میانگین دمای سطحی	-۱۴۰ c°
تعداد اقمار	۳۰

مقایسه‌ی حجم



▼ **حلقه‌های با شکوه**
از زمین، سه حلقه A، B و C را در اطراف زحل می‌توان دید. این حلقه‌ها روی هم در مسافتی برابر با ۲۷۵ هزار کیلومتر گسترده‌اند. سفینه‌های فضایی حلقه‌های دیگری در درون حلقه‌ی C و بیرون از حلقه‌ی A یافته‌اند.



▲ **حلقه‌ها از روبه‌رو**
حلقه‌های زحل پهن، اما نازکند. در بعضی از جاها ضخامت آن‌ها ممکن است به یک کیلومتر هم برسد، اما در محل‌هایی حدود ۱۰ متر ضخامت دارند. به همین علت دیدن آن‌ها از مقابل مشکل است. در این عکس، قمر تیتان- یعنی بزرگ‌ترین قمر زحل- درست در بالای حلقه‌های(طرف چپ) دیده می‌شود که سایه‌اش روی سیاره افتاده است.

یک حلقه، با وقفه کوچکی که مرز انکه نام دارد

▲ **مواد سازنده‌ی حلقه‌ها**
جنس حلقه‌های زحل از قطعات یخ و غباری است که با سرعت زیاد به دور آن می‌گردند. اندازه این قطعات از حدود دانه‌های ماسه تا قطعه سنگ‌های بزرگ است. کسی درباره‌ی منشاء این مواد چیزی نمی‌داند. آن‌ها ممکن است بقایای اقمار قدیمی یا بازمانده‌ی دنباله دارهایی باشند که زیاد به سیاره نزدیک شده‌اند.

مرز کاسینی با مقدار کمی ذره

حلقه‌ی B روشن‌ترین حلقه

حلقه‌ی C تقریباً شفاف



اورانوس

ویلیام هرشل، اخترشناس انگلیسی آلمانی تبار، سیاره‌ی **اورانوس** را در سال ۱۷۸۱ کشف کرد. اورانوس نخستین سیاره‌ای است که با چشم غیر مسلح به سختی دیده می‌شود. فاصله اش از خورشید دو برابر فاصله‌ی زحل تا خورشید است. اورانوس از این نظر با بقیه سیارات فرق دارد که دور محوری با زاویه ی انحراف ۹۸ درجه نسبت به سطح مدارش به دور خود می‌چرخد؛ یعنی به نظر می‌رسد که به پهلو می‌چرخد، شاید علتش آن باشد که این سیاره در زمان تشکیل با جسم فضایی دیگری برخورد کرده است.

رنگ قرمز وجود هیدروژن را در اتمسفر نشان می‌دهد

حلقه‌های اطراف اورانوس

حلقه‌های اورانوس ◀

حلقه‌های اورانوس در سال ۱۹۷۷ کشف شدند. زمانی که این سیاره از جلوی ستاره‌ای عبور می‌کند، نور ستاره امکان دیده شدن حلقه‌ها را فراهم می‌آورد. سفینه‌ی فضایی وویجر۲، از حلقه‌ها تصویر برداری کرد و تعداد آن‌ها را یازده عدد نشان داد. تصویر مقابل را تلسکوپ فضایی هابل با نور فروسرخ از حلقه‌ها گرفته است.

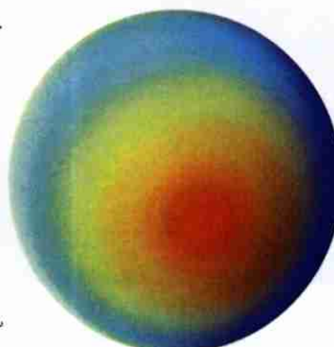




ویلیام هرشل
آلمانی، ۱۷۳۸-۱۸۲۲
هرشل در سال ۱۷۵۷ به انگلیس مهاجرت کرد و به کار موسیقی پرداخت، اما تلسکوپ‌های انعکاسی دقیقی هم می‌ساخت. در سال ۱۷۸۱ جسمی را در آسمان کشف کرد که در ابتدا تصور می‌کرد دنباله‌دار است. اما بعداً معلوم شد که سیاره‌ی جدیدی است و نامش را اورانوس نهادند. هرشل بعداً بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان تا آن زمان را ساخت و با آن صدها سحابی را کشف کرد.

اتمسفر مطبوع ◀

اورانوس، اتمسفری به رنگ آبی مایل به سبز دارد که در زیر نور معمولی، چیزی در آن به چشم نمی‌خورد. در اتمسفر این سیاره، نظیر نوارهای موجود در اتمسفر سیارات مشتری و زحل دیده نمی‌شود. در این تصویر بازسازی شده‌ی رایانه‌ای ارسالی توسط وویجر۲، هاله‌ای قرمز رنگ و مه مانند در محل قطب جنوب سیاره دیده می‌شود.



پنج قمر بزرگ ▼

اورانوس در مجموع بیش از ۲۰ قمردارد که فقط ۵ تای آنها نسبتاً بزرگند. از این ۵ قمر، تیتانیا که بزرگترین قمر است، ۱۵۷۸ کیلومتر قطر دارد و قطر قمر میراندا (کوچکترین) برابر ۴۷۰ کیلومتر است. بقیه اقمار، شامل سیارک‌هایی هستند که تحت تأثیر نیروی گرانش اورانوس در اطراف آن مانده‌اند.



ساختمان داخلی

اتمسفر غلیظ هیدروژن، هلیوم و کمی متان

گوشته‌ی مایع آب و یخ، آمونیاک و متان

هسته‌ی احتمالاً سنگی

داده‌های پایه

قطر در استوا	۵۱۱۱۸ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۲۸۷۱ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۸۴ سال
گردش وضعی	۱۷/۲۴ ساعت
جرم (زمین=۱)	۱۴/۵
گرانش(زمین=۱)	۰/۸۹
میانگین دمای سطحی	-۱۹۷ c°
تعداد اقمار	۲۲

مقایسه‌ی حجم

زمین

اورانوس

نیز نگاه کنید به ◀◀ منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ ● مأموریت‌های بین‌سیاره‌ای ۱۹۸-۱۹۹

نپتون

نپتون، از لحاظ اندازه و رنگ مشابه اورانوس است. نپتون در فاصله‌ی ۱/۶ میلیارد کیلومتری به دور خورشید می‌گردد. این سیاره را نخستین بار یک اخترشناس آلمانی به نام یوهان گال درسال ۱۸۴۶ کشف کرد؛ وی قبلاً با محاسبات ریاضی حدس زده بود که چنین سیاره‌ای باید وجود داشته باشد. وضعیت اتمسفری نپتون در مقایسه، از ارانوس بدتر است؛ که علت هم باید مربوط به گرمای درونیش باشد. بادهایی با سرعت ۲ هزار کیلومتر در ساعت بر روی این سیاره می‌وزند که نظیر آن‌ها در سایر سیارات وجود ندارد.



▲ سیاره‌ی آبی رنگ
سفینه‌ی فضایی وویجر۲ درتصویری که از نپتون فرستاد، ابرهایی را در اطراف یک مرکز فوقانی به نام لکه‌ی بزرگ تاریک نشان می‌دهد. رنگ آبی تیره‌ی اتمسفر نپتون به علت فراوانی گاز متان در آن است. متان همچنین در بعضی نقاط در ارتفاعات بالای اتمسفر هم انباشته می‌شود و ابرهایی را تشکیل می‌دهد که به ابرهای سیروس اتمسفر زمین می‌مانند.



▲ حلقه‌های نپتون
نپتون هم مانند اورانوس در منطقه‌ی استوایی خود حلقه‌های نسبتاً مشخصی از جنس ذرات غبار دارد. تعداد حلقه‌ها ۴ عدد (دو حلقه‌ی پهن و کمرنگ و دو حلقه‌ی باریک و روشن) است. این حلقه‌ها را به نام جان آدامز و اورباین له وریه (ریاضیدانانی که محل وجود سیاره را محاسبه کرده بودند) نامیده‌اند.



ساختمان داخلی

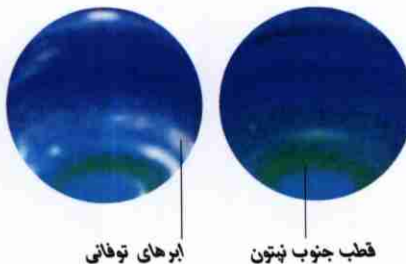
اتمسفر، هیدروژن، هلیوم و کمی متان

گوشته‌ی مایع، از آب و یخ، آمونیاک و متان

هسته‌ی احتمالاً جامد و سنگی

داده‌های پایه

قطر در استوا	٤٩٥٣٢ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	٤٤٩٨ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۱۶٤/۸ سال
گردش وضعی	۱۶/۱۱ ساعت
جرم (زمین=۱)	۱۷/۲
گرانش(زمین=۱)	۱ /۱۳
میانگین دمای سطحی	-۲۰۰ c°
تعداد اقمار	۱۳



◀ تغییرات جوی
نپتون در مقایسه با اورانوس، اتمسفر فعالی دارد که دایم در تغییر است. این دو تصویر که توسط تلسکوپ فضایی هابل تهیه شده‌اند، تغییرات جوی را در طول ۶ سال نشان می‌دهند. در سال ۲۰۰۲ در مقایسه با سال ۱۹۸۶، تغییرات جوی شدیدتر بود.

مقایسه‌ی حجم





فواره‌های تریتون ◀
این تصویر وویجر ۲، تریتون بزرگ‌ترین قمر نپتون را نشان می‌دهد، این قمر ۲۷۱۰ کیلومتر قطر دارد و با دمای ۲۳۵ـ درجه، سردترین نقطه‌ی منظومه‌ی شمسی است. روی تریتون را نیتروژن و متان جامد پوشانده است. توده‌ای صورتی رنگ و برف مانند هم در محل قطب آن پیداست. فوران‌های غباری متعددی هم بر روی این قمر دیده می‌شود. اخترشناسان، شباهت زیادی میان تریتون و سیاره‌ی پلوتو می‌بینند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ • اورانوس ۱۸۰-۱۸۱ • پلوتو ۱۸۳

پلوتو

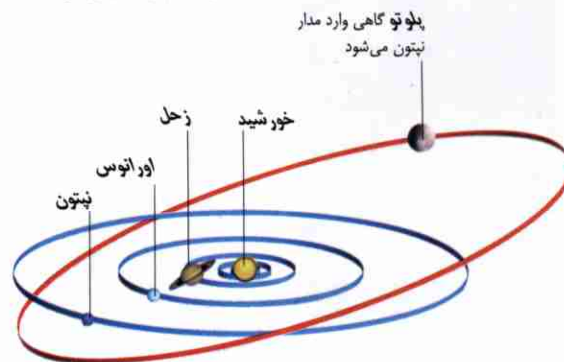
پلوتو، کوچکترین سیاره‌ی منظومه شمسی، حتی از کره‌ی ماه هم کوچک‌تر است. این سیاره را کلاید تومبا در سال ۱۹۳۰ کشف کرد. پلوتو معمولاً دورترین سیاره به خورشید است، اما در مدت ۲۰ سال گردش‌مداری خود، به درون مدار نپتون هم می‌آید. این سیاره یک قمر به نام شارون دارد که نصف خود سیاره است. این دو جسم فضایی از جنس سنگ و یخ‌اند. البته در سال‌های اخیر، تعدادی از اخترشناسان پلوتو را یک سیاره به حساب نمی‌آورند.

دنیای یخ‌زده ◀
پلوتو تنها سیاره‌ای است که هنوز سفینه‌ای بـه آن نزدیک نشده است؛ پس، عکسی هم از وضعیت سطح آن وجود ندارد. این تصویر هم حـاصل تخیل یک هنرمند است. بعضی اخترشناسان پلوتو را مشـابه تریتون، بزرگترین قمر نپتون می‌دانند.

هنگام عبور پلوتو در نزدیک‌ترین فاصله با خورشید اتمسفر رقیقی آن را احاطه می‌کند که با دور شدن از خورشید این اتمسفر منجمد می‌شود

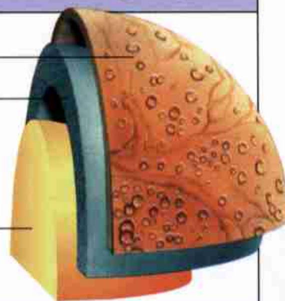


کلاید تومبا
آمریکایی، ۱۹۰۶-۱۹۹۷
تومبا در سال ۱۹۲۹ همکاری خود با رصدخانه لادل در آریزونا را شروع کرد و در آنجا عکس‌هایی را به طور مرتب و هر چند شب یک بار از یک ناحیه‌ی معین از آسمان می‌گرفت تا ببیند آیا حرکتی در آنجا صورت گرفته است یا نه. وی با همین روش در ۱۸ فوریه ۱۹۳۰ وجود پلوتو را کشف کرد.



▲ مدار پلوتو
مدار غیرطبیعی پلوتو با مدار سیارات دیگر از لحاظ جهت در فضا و میزان کشیدگی، هماهنگی ندارد. مدار سایر سیارات با یکدیگر تقریباً هم سطح هستند.

ساختمان داخلی



داده‌های پایه

قطر در استوا	۲۲۷٤ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۵۹۰۰ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۲٤۷/۷ سال
گردش وضعی	۶/۳۹ روز
جرم (زمین=۱)	۰/۰۰۲
گرانش(زمین=۱)	۰/۰۶۷
میانگین دمای سطحی	-۲۲۳ c°
تعداد اقمار	۱

مقایسه‌ی حجم



▲ پلوتو و شارون
در این تصویر خیالی که از سطح پلوتو تهیه شده، خورشید کوچکی در بالای افق پیداست و قمر شارون هم به صورت هلال در آسمان دیده می‌شود. شارون، تنها قمر پلوتو است و در مدت ۶ روز (یعنی مدت حرکت وضعی سیاره) آن را دور می‌زند، بنابر این، همیشه در یک جای آسمان دیده می‌شود. فاصله‌ی این قمر از پلوتو، فقط ۲۰هزار کیلومتر است.



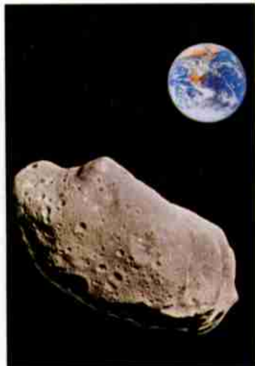
سیارک‌ها

در فاصله‌ی مدارهای مریخ و مشتری، میلیاردها جسم ریز و درشت به نام سیارک وجود دارند که خورشید را دور می‌زنند. نواری که از این سیارک‌ها تشکیل شده است، ۱۸۰ میلیون کیلومتر قطر دارد و به نام کمربند سیارکی موسوم است. بسیاری از **شهاب‌سنگ‌ها**یی هم که زمین را از فضا بمباران می‌کنند، جزو همان سیارک‌ها هستند. دورتر از سیاره‌ی نپتون هم ناحیه‌ای با اجرام کوچک وجود دارد که **کمربند کوئیپر** نامیده می‌شود.



◀ سیارک آیدا
سیارک شماره ۲۴۳ به نام آیدا، توده‌ای کشیده و سنگی به درازی ۵۶ کیلومتر است. سفینه‌ی فضایی گالیله در سال ۱۹۹۳ از این سیارک عکس گرفت. جالب آن که قمر کوچکی به قطر ۱/۶ کیلومتر هم این سیارک را دور می‌زد. آیدا باید کاملاً سنگی باشد، اما سیارک‌های فلزی یا مخلوط فلز و سنگ هم وجود دارند.

دهانه‌های برخوردی و ترک‌ها
درسطح ناصاف آیدا



◀ سیارک‌های نزدیک به زمین
جایگاه بیشتر سیارک‌ها در محل کمربندسیارکی است، اما در بیرون از آن و در نزدیکی زحل یا زمین هم سیارک‌هایی دیده می‌شوند که البته خطر برخورد آن‌ها با زمین، بسیار اندک است. سیارک موسوم به اروس (سمت راست) در فاصله ۲۲ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد.



شهاب‌سنگ‌ها

همواره اجرام آسمانی کوچک و بزرگی به نام شهاب‌سنگ بر زمین می‌بارند و بعضی هم بر سطح زمین می‌افتند. جنس بیشتر این اجرام، سنگ است، اما انواع آهنی هم در بین آن‌ها یافت می‌شود. بیشتر شهاب‌سنگ‌ها کوچکند، اما انواعی به قطر چند صد متر هم در میانشان دیده شده است.

◀ دهانه‌ی برخوردی پوشیده از برف
حدود ۵۰ هزار سال پیش، یک شهاب‌سنگ ۴۶ متری از نوع آهن در ایالت آریزونای امریکا افتاد و این گودال را به‌وجود آورد. عرض این فرو رفتگی ۱۲۶۵ متر و عمق آن۱۷۵ متر است. اگر امروزه شهاب سنگی با همین ابعاد به روی شهری بیفتد، خسارت‌های سنگینی را به‌بار خواهد آورد.





شهاب‌سنگ سیخوته -الین ◀
این قطعه، یکی از صدها شهاب‌سنگی است که در سال ۱۹۴۷ در سیبری فرود آمد. این قطعه، قسمتی از یک شهاب‌سنگ آهنی به وزن ۳۰۰ تن بود که قبل از رسیدن به زمین، در اتمسفر خرد شد.

کمربند کوئیپر

از محل مدار نپتون تا ماورای پلوتو، ناحیه‌ای به‌نام کمربند کوئیپر وجود دارد که در آن اشیای یخ‌زده‌ی کوچکی خورشید را دور می‌زنند. حتی دورتر از آن و در حاشیه‌های منظومه‌ی شمسی هم مجموعه‌ای از دنباله‌دارها وجود دارند که ابر اُئورت (Oort) را تشکیل داده‌اند. مواد موجود در این دو ناحیه باید بازمانده‌های آنچه باشد که در ۴/۶ میلیارد سال قبل منظومه‌ی شمسی را پدید آورد.



▲ اشیای کمربند کوئیپر
از سال ۱۹۹۲ به این طرف، صدها جسم متعلق به کمربند کوئیپر که هر کدام چند صد کیلومتر قطر دارند، کشف شده‌اند. البته تعداد کلی این اشیاء را حدود ده‌ها هزار تخمین می‌زنند. به‌نظر می‌رسد این قطعات، یخی و مشابه مواد سازنده‌ی دنباله‌دارها باشند. شاید هم برخی از دنباله دارهای عمر کوتاه از کمربند کوئیپر منشاء می‌گیرند. اخترشناسان عقیده دارند که پلوتو و قمر آن شارون هم در واقع جزو همین اشیای کوئیپر باشند که بعدها تحت تأثیر نیروی گرانشی نپتون در مدارهای خود مانده‌اند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ ● اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵

دنباله‌دارها

گاهی توده‌های یخی باقی مانده از تولد منظومه‌ی شمسی وارد آسمان زمین می‌شوند که می‌توانیم آن‌ها را ببینیم. این توده‌ها با همه‌ی کوچکی، ابرهای وسیعی از جنس گاز و غبار را در زمان نزدیک شدن به خورشید و گرم شدن تولید می‌کنند. این ابرها یک سر روشن و یک دنباله دارند که طولش ممکن است به میلیون‌ها کیلومتر برسد. زمانی که زمین از درون این قبیل غبارها می‌گذرد، شاهد رگبارهای **شهابی** می‌شویم.



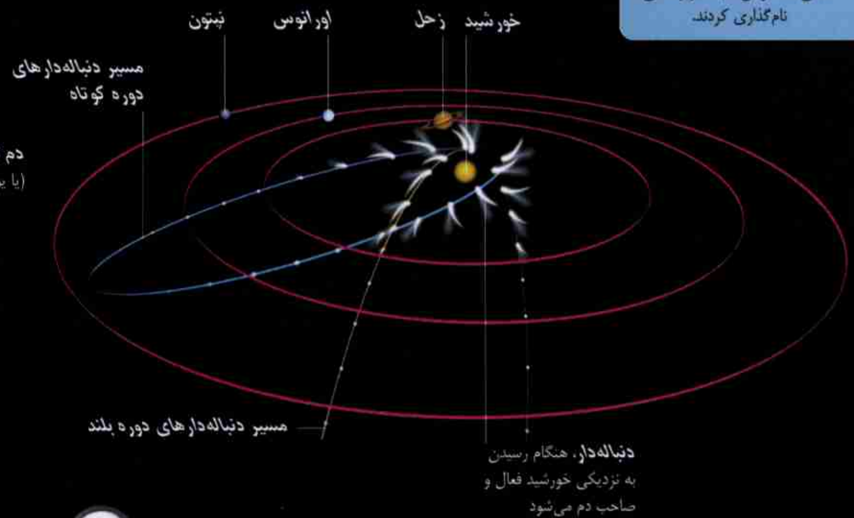
ادموند هالی
انگلیسی، ۱۶۵۶-۱۷۴۲
هالی، اخترشناس و ریاضیدان و دومین نفری بود که به لقب اخترشناس سلطنتی مفتخر شد. شهرت او به این علت است که دریافت بعضی از دنباله دارها طبق نظم زمانی خاص به آسمان زمین نزدیک می‌شوند. او به درستی پیش‌بینی کرد دنباله داری که درسال ۱۶۸۲ در آسمان ظاهر شد، در سال ۱۷۵۸ دوباره دیده خواهد شد چنین اتفاقی افتاد و آن دنباله‌دار را هالی نام‌گذاری کردند.

◄ دنباله‌دار هاله ـ بوپ
در بهار سال ۱۹۹۷، یکی از روشن‌ترین دنباله‌دارهای قرن بیستم به نام هاله ـ بوپ تا چندین هفته شب‌ها در آسمان مشاهده می‌شد. قسمت سر آن ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر قطر داشت. ایجاد دم دراز حاصل تأثیر آفتاب و بادهای خورشیدی بود.

دم گازی
(یا یونی) آبی رنگ

دم غبار که نور سفید خورشید را منعکس می‌کند

کوما، سر نورانی دنباله دار که هسته‌ی کوچک را در خود دارد



▲ مدارهای دنباله دارها
دنباله دارها از هر جهتی ممکن است به خورشید نزدیک شوند؛ ولی مدار همه آن‌ها بیضی کشیده است. دنباله دارها در طول چند سال تا چند هزار سال دور خورشید می‌گردند. منشاء بعضی از آن‌ها، قطعات یخ موجود در کمربند کوئیپر حتی دورتر، یعنی ابرهای ائورت، است. دنباله‌دارها فقط زمانی قابل مشاهده‌اند که به خورشید نزدیک شوند.

دنباله‌دار
comets

شهاب‌ها

در شب‌های صاف و تاریک می‌توانید باریکه‌هایی از نور را ببینید که در یک لحظه در آسمان پیدا و سپس ناپدید می‌شوند. به این پدیده‌ها، شهاب می‌گویند. شهاب‌ها قطعات سنگی کوچکی هستند که وارد اتمسفر زمین می‌شوند و از اصطکاک حاصل از برخورد آن‌ها با مولکول‌های هوا، گرما تولید می‌شود و شهاب‌ها می‌سوزند. در هر روز حدود ۲۰۰ تن شهاب وارد اتمسفر زمین می‌شود.



◄ رگبار شهاب
هنگامی که زمین با مدار یک دنباله‌دار برخورد کند، تعداد زیادی شهاب در فاصله‌ی یک ساعت پدید می‌آید. به این حالت رگبار شهابی گفته می‌شود. البته، چنین پدیده‌هایی جهت‌دار هستند که آن هم بستگی به مسیر حرکت دنباله‌دار و محل برخورد آن با مدار زمین است. برای مثال منشاء رگبار شهابی لئونیدز در اواسط ماه نوامبر (اواخر آبان ماه) احتمالاً از صورت فلکی لئو است. این رگبار شهابی هرگاه زمین از میان غبار دنباله‌دار تمپل تول عبور می‌کند اتفاق می‌افتد. حدود هر ۳۰ سال یا بیشتر نمایش بی‌نظیری را مانند تصویر سمت راست نشان می‌دهد که تعداد شهاب در هر ساعت، به هزاران عدد می‌رسد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ منظومه‌ی شمسی ۱۷۲-۱۷۳ ● اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵

اخترشناسی

مطالعه‌ی علمی ستاره‌ها و اجرام آسمانی را اخترشناسی (نجوم) می‌گویند. اخترشناسان با تلسکوپ به مشاهده‌ی جهان پهناور می‌پردازند. این دستگاه با جمع‌آوری نور اشیای دوردست، آن‌ها را قابل دیدن می‌کند. اقسامی از تلسکوپ‌ها هم وجود دارند که می‌توانند تابش‌های غیرقابل دیدن را آشکار کنند. رادیو تلسکوپ‌های نصب‌شده بر روی زمین امواج رادیویی را می‌گیرند. تلسکوپ‌های مستقر در فضا هم به مطالعه‌ی تابش‌هایی می‌پردازند که از اتمسفر زمین نمی‌گذرند.



▲ اخترشناسان قدیم

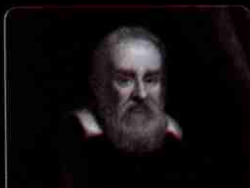
از حدود ۵ هزار سال پیش، کسانی به مشاهده‌ی آسمان پرداختند. این نقاشی هندی، متعلق به قرن هفدهم، مردی را با ابزارهای ستاره‌شناسی نشان می‌دهد. در آن زمان مردم عقیده داشتند که اجرام آسمانی روی سرنوشت آدمیان تأثیر دارند. در کنار او یک اسطرلاب برای مشاهده‌ی ستاره‌ها، جدول‌هایی درباره‌ی منطقه البروج (زودیاک) که محل صورت‌های فلکی را نشان می‌دهند و یک ساعت آفتابی دیده می‌شود.



◄ تلسکوپ‌های بزرگ

تلسکوپ هاله واقع در رصدخانه پالومار کالیفرنیا، در سال ۱۹۴۸ به‌کار افتاده نخستین تلسکوپ پُرقدرت بود. در این تلسکوپ، آینه‌ای به قطر ۵۰۸ سانتیمتر جمع‌آوری نور ستاره‌ها نصب شده است. تلسکوپ‌ها دو نوع انعکاسی (آینه‌دار) و انکساری (عدسی‌دار) هستند. تلسکوپ‌های قوی از نوع انعکاسی‌اند.

e
اخترشناسی
astronomy



گالیله

ایتالیایی، ۱۵۶۴-۱۶۴۲

گالیله، فیزیکدان، ریاضیدان و اخترشناس بود. او در سال ۱۶۰۹ تلسکوپی ساخت و نخستین فردی شد که توانست با ابزار به آسمان نگاه کند. گالیله کوه‌های سطح ماه، لکه‌های خورشید، حلقه‌های زهره و چهار قمر بزرگ مشتری را با تلسکوپ خود دید. گالیله در اواخر عمر طرفدار نظریه‌ی خورشید مرکزی کوپرنیک شد و گفت زمین و سیارات دیگر به‌دور خورشید می‌گردند. او به علت رد نظریه‌ی زمین مرکزی بطلمیوس، خشم مقامات کلیسای کاتولیک را برانگیخت.



◄ اخترشناسی رادیویی

این اخترشناس در اتاق کنترل تلسکوپ ۱۰۰ متری واقع در آلمان کار می‌کند. اکتشافات زیادی از قبیل وجود کهکشان‌های فعال، بازمانده‌های سوپرنوواها، پولسارها، گازهای بین‌ستاره‌ای و حتی جمع‌آوری اطلاعاتی درباره‌ی انفجار بزرگ توسط همین نوع تلسکوپ‌ها صورت گرفته است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ بازتاب ۱۱۳ • شکست ۱۱۴ • عدسی‌ها ۱۱۵ • تلسکوپ‌ها ۱۱۷ • رصدخانه‌های فضایی ۱۹۶-۱۹۷

رصدخانه‌ها

رصدخانه‌های نوری را بیشتر در بالای کوه‌ها می‌سازند که هوای رقیق‌تر، خشک‌تر و پاکیزه‌تر نسبت به مناطق پایین‌تر دارد. در این رصدخانه‌ها، نوری را که از ستاره‌ها و اجرام آسمانی می‌آید مطالعه می‌کنند. اما در آن‌ها، تلسکوپ‌های دیگری هم وجود دارد که امواج نامریی مانند گاما، فروسرخ و امواج رادیویی را بررسی می‌کنند. رصدخانه‌هایی که در فضا قرار داده می‌شوند، برای جست‌وجوی این نوع امواج و همچنین پرتو ایکس و فرابنفش کاربرد دارند.

▲ رصدخانه‌ی موناکیا
محل این رصدخانه در هاوایی و روی قله‌ی یک آتشفشان خاموش است. در این رصدخانه، دو تلسکوپ بسیار پر قدرت نصب شده است، که به تلسکوپ‌های کک (Keck) معروفند و هر کدام آینه‌ای به قطر ۱۰ متر دارند - یک آینه به این قطر زیر وزن خود خم می‌شود- بنابر این در هر تلسکوپ، ۳۶ آینه شش وجهی و قابل تنظیم نصب شده‌اند که با تنظیم آن‌ها بهترین تصویر از فضا حاصل می‌شود.



رصدخانه‌ی جنوبی اروپا ◄
پر قدرت‌ترین تلسکوپ موجود بر روی زمین که بسیار بزرگ هم هست، در کشور شیلی قرار دارد. در این‌جا، چهار تلسکوپ با هم کار می‌کنند که هر کدام آینه‌ای به قطر ۸/۲ متر دارند و یک میلیارد بار از چشم ما قوی‌ترند. تصویرهایی که توسط این رصدخانه از فضا تهیه شده، در نوع خود بهترین‌اند.

▼ مجموعه‌ی تلسکوپی (آرایه‌ی بزرگ)
در ایالت نیومکزیکوی آمریکا ۲۷ رادیوتلسکوپ را در امتداد هم نصب کرده‌اند که با هم کار می‌کنند و به منزله‌ی یک تلسکوپ عمل می‌کنند که در منطقه‌ای به پهنای ۲۷ کیلومتر نصب شده باشد. علائم رادیویی دریافت شده توسط این تلسکوپ‌ها به یک آنتن مرکزی منتقل می‌شود تا به دستگاه‌های مربوط برسد و تبدیل به تصویر شود.

هر **تلسکوپ** رو به جهات مختلف می‌چرخد و می‌تواند رو به همه‌جای آسمان قرار بگیرد

آنتن مقعر ۳۵ متری امواج رادیویی را جمع آوری می‌کند

آنتن رادیویی، پیام دریافتی منعکس شده از فضا را می‌گیرد

e ⏭ رصدخانه‌ها
observatories

نیز نگاه کنید به ◄◄ امواج انرژی ۹۸-۹۹ • تلسکوپ‌ها ۱۷ • رصدخانه‌های فضایی ۱۹۶-۱۹۷

موشک‌ها

با آن که موشک پدیده‌ی جدیدی نیست، انجام هر گونه کاوش فضایی بدون وجود آن امکان ندارد. چینی‌ها در اوایل قرن سیزدهم نخستین موشک را ساختند. موشک برخلاف موتورهای معمولی، باید اکسیژن لازم برای مصرف سوخت را به همراه داشته باشد، به همین سبب در فضای بدون هوا هم کار می‌کند. وقتی موشک سوخت خود را مصرف می‌کند، گازهایی را با فشار از پشت بیرون می‌دهد و به این وسیله به جلو می‌رود.

مرحله‌ی سوم، که ۲ تا ۳ فضانورد را در خود جا می‌دهد و حامل سفینه است

مرحله‌ی دوم، به مدت ۴ دقیقه می‌سوزد

مرحله‌ی اول اصلی که توسط ۴ موشک تقویت شده احاطه شده، در موقع پرتاب روشن می‌شود و به مدت ۵ دقیقه می‌سوزد

بوستر موشک در موقع پرتاب روشن می‌شود و به مدت ۲ دقیقه می‌سوزد

▶ **موشک روسی سایوز**
روس‌ها از دهه‌ی ۱۹۶۰ تاکنون برنامه‌های فضایی خود را با موشک‌های سایوز اجرا می‌کنند. این موشک‌های ۵۰ متری، سه بخش پشت سر هم دارند. چهار موشک بوستر پیرامون موشک اصلی قرار دارند. مرحله‌ی دوم در بالا قرار می‌گیرد و سفینه را حمل می‌کند. هر موشک نفت و اکسیژن مایع مصرف می‌کند.

مرحله‌ی سوم

موتور مرحله‌ی سوم روشن می‌شود تا خود و سفینه را جلو ببرد

جدا شدن و افتادن مرحله‌ی دوم

گیره‌ها می‌افتند

مرحله‌ی دوم

مرحله‌ی دوم روشن می‌شود تا موشک سبک شده را جلو ببرد

آزاد شدن و افتادن مرحله‌ی اول

مرحله‌ی اول

مرحله‌ی اول، سفینه ساترن ۵ را به بالای اتمسفر می‌رساند

▲ **موشک ماه‌نشین سه‌مرحله‌ای ساترن ۵**
این موشک هم که شامل چند قسمت مرتبط با هم است، چند مرحله‌ای نامیده می‌شود. در این موشک‌ها، هر مرحله یا قسمت به موقع روشن می‌شود و با پایان یافتن سوخت، ازقسمت‌های دیگر جدا می‌شود. در نتیجه، موشک سبک‌تر خواهد شد و با شتاب زیادتری جلو می‌رود.

رابرت گودارد
آمریکایی، ۱۸۸۲–۱۹۴۵
رابرت گودارد نخستین موشک با سوخت مایع را در ۲۶ مارس ۱۹۲۶ به آسمان فرستاد. این موشک، بنزین و اکسیژن مایع حمل می‌کرد. وقتی گودارد در سال ۱۹۱۹ اعلام کرد که با موشک می‌توان به ماه سفر کرد، او را مسخره کردند؛ به همین علت هم تا آخر عمر از ظاهر شدن در میان مردم دوری می‌کرد.



طرز کار موشک

در هر موشک، سوخت در محفظه‌ای با اکسیژن ترکیب می‌شود تا ضمن سوختن، مقدار زیادی گاز داغ تولید کند. این گازها منبسط می‌شوند و از ته موشک بیرون می‌آیند. اما همین گازها نیروی معکوس را نیز پدید می‌آورند که وجودش برای به جلو راندن موشک لازم است.



اکسیژن مایع برای مشتعل کردن سوخت لازم است

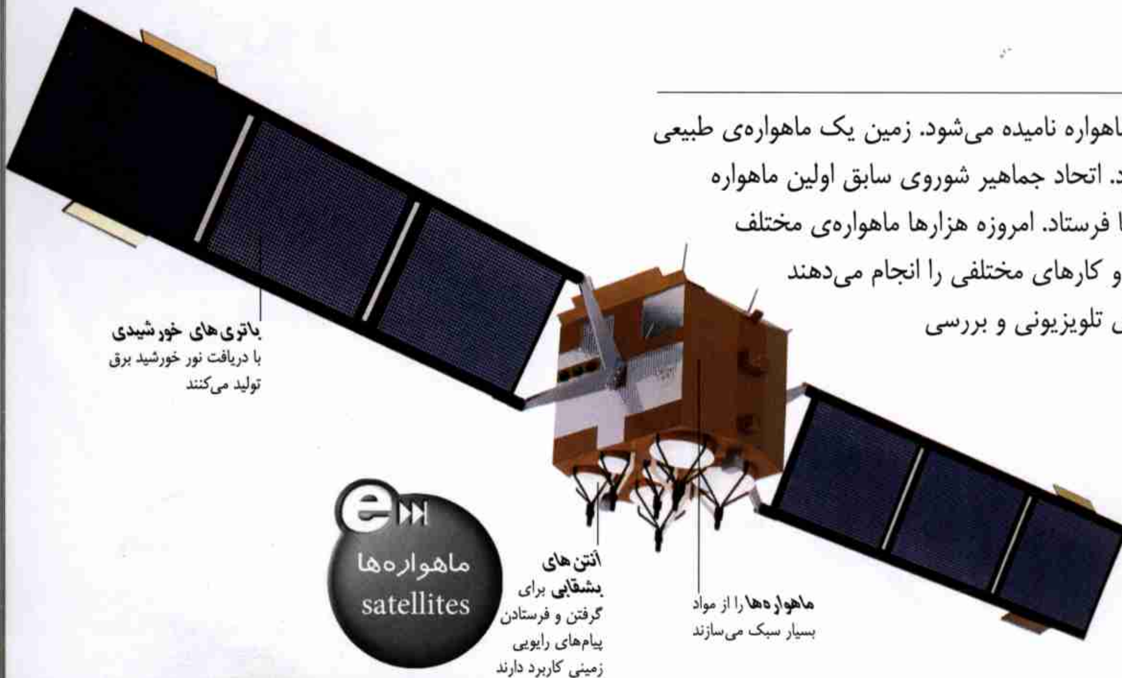
سوخت مایع

محفظه‌ی احتراق، جایی که اکسیژن و سوخت با هم ترکیب می‌شوند

گازهای داغی که موشک را به‌جلو می‌رانند

ماهواره‌ها

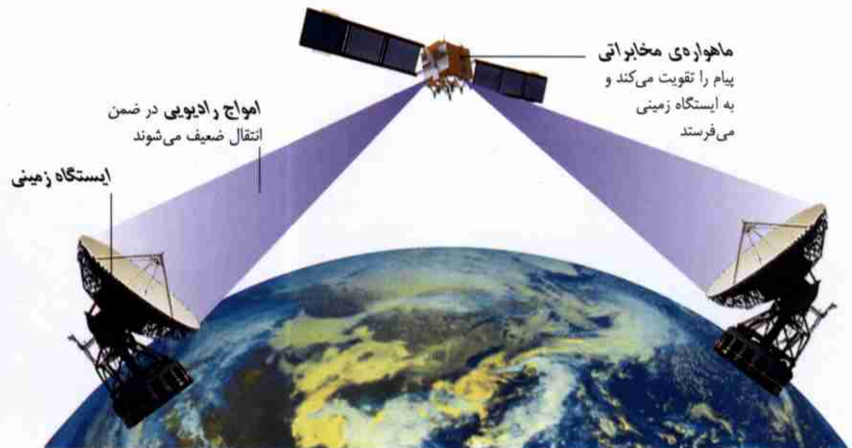
جسمی که در فضا دور جسم دیگر بگردد، ماهواره نامیده می‌شود. زمین یک ماهواره‌ی طبیعی (ماه) و تعداد زیادی ماهواره‌ی مصنوعی دارد. اتحاد جماهیر شوروی سابق اولین ماهواره به نام اسپوتنیک I را در اکتبر ۱۹۵۷ به فضا فرستاد. امروزه هزارها ماهواره‌ی مختلف در **مدارهای** گوناگون دور زمین می‌گردند و کارهای مختلفی را انجام می‌دهند که بازپخش (رله) پیام‌های تلفنی، برنامه‌های تلویزیونی و بررسی وضعیت هوا از آن جمله‌اند.



طرز کار ماهواره ◄
ماهواره‌ها را تا جایی که ممکن است سبک می‌سازند تا پرتاب آن‌ها آسان باشد. ابزارهای مختلفی در ماهواره نصب می‌شود که دوربین، تلسکوپ، حسگرهای تشعشعات و تجهیزات رادیویی از آن جمله‌اند. نیروی برق لازم را هم باتری‌های خورشیدی صفحه مانند تأمین می‌کنند.



▲ تصویرهای ماهواره‌ای
نتیجه‌ی الوار برداری زیاد از جنگل‌های ناحیه‌ای در غرب کانادا در این تصویر ماهواره‌ای نشان داده شده است. مناطق زرد رنگ محل‌های قطع درختانند. با استفاده از این قبیل اطلاعات می‌توان منابع طبیعی زمین را بهتر زیر نظر داشت.



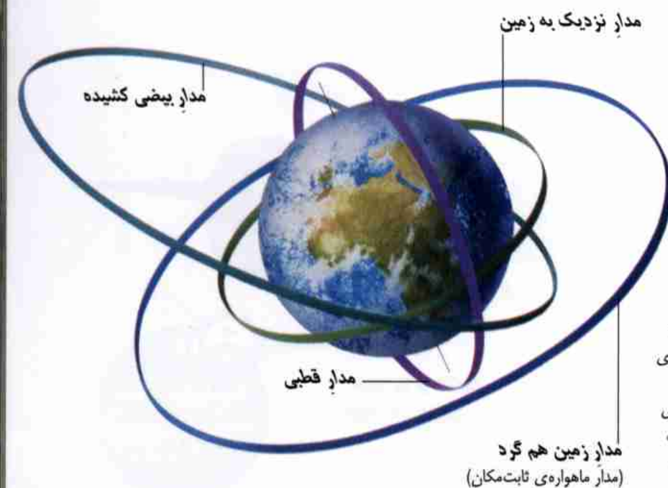
▲ برقراری ارتباط با ماهواره
در هر ایستگاه زمینی، آنتن‌های بشقابی بزرگی نصب می‌شود تا امواج رادیویی را به سوی ماهواره بفرستند. سپس ماهواره همان امواج را به ایستگاه‌های زمینی واقع در نقاط دیگر زمین بر می‌گرداند. بیشتر مکالمات تلفنی بین‌المللی، پست الکترونیکی (ایمیل‌ها) و فاکس‌ها را شبکه‌ای از ماهواره‌های مخابراتی انجام می‌دهند که در جایگاه‌های معینی نسبت به سطح زمین تثبیت شده‌اند.

مدارها

ماهواره‌ها در مدارهای مختلفی دور زمین می‌گردند. برای این‌که ماهواره در مدار باقی بماند باید تعادلی میان سرعت حرکت آن و نیروی گرانشی زمین وجود داشته باشد- یعنی، سرعت آن‌ها را به‌جلو می‌راند و گرانش آن‌ها را به سوی زمین می‌کشاند. سرعت مورد نیاز برای ماندن ماهواره در ارتفاع معین را سرعت‌مداری می‌گویند، برای مدارهایی به ارتفاع چند صد کیلومتر سرعت مداری باید ۲۸ هزار کیلومتر در ساعت باشد.

ماهواره‌ها و مدار آن‌ها

مدار نزدیک به زمین	ارتباطات تلفن همراه، اکتشافات، اخترشناسی
مدار قطبی	هواشناسی، جهت‌یابی
مدار بیضی کشیده	ارتباطات در عرض‌های شمالی
مدار ثابت‌مکان	ارتباطات، هواشناسی



انواع مدارها ◄
ماهواره‌ها مدارهای مختلفی را به دور زمین طی می‌کنند. در مدار قطبی، آن‌ها از روی قطب‌ها می‌گذرند؛ در مدارهای بسیار بیضوی، در یک نقطه، به زمین نزدیک و در نقطه‌ی دیگر از آن دور می‌شوند؛ در مدارهایی که ماهواره باید همیشه بالای نقطه‌ی معینی از زمین بماند، ارتفاع باید ۳۶ هزار کیلومتر باشد و ماهواره هر ۲۴ ساعت یک بار زمین را دور بزند تا بتواند در جای خود ثابت به نظر آید. ماهواره‌های مدار پایین، فقط چند صد کیلومتر از زمین بالاترند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ مخابرات راه دور ۱۴۶ ● مخابرات همراه ۱۴۷ ● وضع هوا ۲۳۸-۲۳۹

سفر به فضا

تنها در کمتر از ۴ سال بعد از پرتاب ماهواره‌ی اسپوتنیک I به فضا در سال ۱۹۵۷، سفر به فضا آغاز شد و از آن پس، آمریکایی‌ها روی ماه قدم گذاشتند و روس‌ها به مدتی بیش از یک سال در ایستگاه فضایی ماندند. امروزه، فضانوردان توسط موشک و **شاتل فضایی** سفر می‌کنند. امکان دارد که در دهه‌های بعد فضانوردانی به منظور ساختن پایگاه، یا حتی سفر به مریخ، این همسایه‌ی اسرارآمیز، دوباره به ماه سفر کنند.



▲ **نخستین فضانورد**
در ۱۲ آوریل ۱۹۶۱، یوری گاگارین روسی نخستین انسانی بود که به مدار زمین سفر کرد. جان گلن امریکایی هم نخستین فضانورد امریکایی بود که در ۲۰ فوریه ۱۹۶۲ به مدار زمین رفت.



▲ **نخستین ماه‌نوردان**
در ۲۰ ژوئیه ۱۹۶۹، آپولو ۱۱، نخستین ماه‌نوردان را روی این کره پیاده کرد، نیل آرمسترانگ (چپ) و باز آلدرین (راست) روی ماه قدم گذاشتند، مایکل کالینز (وسط) مدول ماه‌نشین را هدایت کرد.

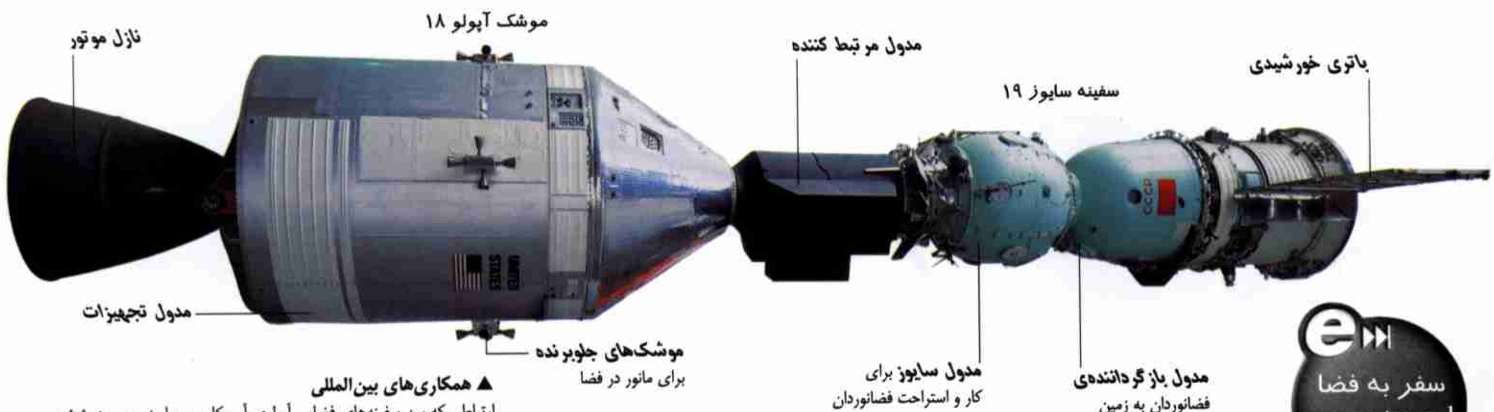


▲ **مرکز کنترل**
همه‌ی سفینه‌های فضایی سرنشین‌دار آمریکایی از این مرکز کنترل واقع در هیوستون تگزاس دستور می‌گیرند. همه چیز سفینه، از کنترل اطلاعات مهندسی، آزمایش‌های در حین پرواز و برقراری ارتباط بین سرنشینان، از این مرکز، کنترل و نظارت می‌شود.

▼ **پیاده‌شدن بر روی ماه**
در آخرین ماموریت آپولو ۱۷ در دسامبر ۱۹۷۲، یوجین سرنان در کنار ماه‌نوردی ایستاده است که از آن برای حمل افراد و تجهیزات بر روی ماه استفاده شد. سرنان و هریسون اشمیت توسط مدول ماه‌نشین بر روی این کره پیاده شدند. در مجموع، ۶ سفینه‌ی آپولو توانستند با موفقیت روی ماه فرود آیند.

ماه‌نورد، که از موتورهای الکتریکی نیرو می‌گیرد سرعتی معادل شانزده کیلومتر در ساعت دارد





▲ **همکاری‌های بین‌المللی**
ارتباطی که بین سفینه‌های فضایی آپولوی آمریکایی و سایوز روسی در ژوئن سال ۱۹۷۵ انجام گرفت، به این گونه فعالیت‌ها جنبه‌ی بین‌المللی داد. فضانوردان هر سفینه، از سفینه‌ی دیگری دیدن کردند و آزمایش‌هایی را به‌طور مشترک انجام دادند. این نخستین ملاقات فضایی به مدت دو روز ادامه یافت.



شاتل فضایی

زمانی که نخستین شاتل فضایی در ۱۲ آوریل ۱۹۸۱به فضا رفت، دوره‌ی جدیدی از اکتشافات فضایی آغاز شد. تا آن زمان، همه‌ی وسایل و دستگاه‌هایی که به فضا فرستاده می‌شدند، جنبه یک بار مصرف داشتند؛ اما شاتل فضایی چنین نبود و بیشتر قسمت‌های آن پس از بازگشت به زمین، قابلیت مصرف دوباره داشت. شاتل دارای دو موشک تقویت‌کننده، یک مدارگرد بالدار که سرنشینان را حمل می‌کند و یک مخزن سوخت است که در بیرون شاتل قرار دارد.



▲ درون مدارگرد
شاتل فضایی از درون کابینی دو نفره که در قسمت دهانه آن قرار دارد، هدایت می‌شود. دو خلبان را ابزارها و درجات کنترل احاطه کرده‌اند، آنان لباس‌های نارنجی دارند که محافظ خوبی برای مواقعی است که ممکن است فشار درون کابین کاهش یابد. برای مواقع اضطراری یک مخزن اکسیژن، مقداری آب، جعبه‌ی کمک‌های اولیه‌ی ضروری در پرواز و چتر نجات هم به این لباس ضمیمه شده است.

باله و سکان برای کمک به حرکت در اتمسفر زمین

سه موتور اصلی برای برخاستن از زمین

بال دلتا شاتل را بالا می‌برد و مدارگرد را در هوا نگه می‌دارد

پوشش محافظ برای جلوگیری از سوختن در هنگام برگشت به زمین

انبار تجهیزات برای ایستگاه فضایی

رادیاتور خنک‌کننده‌ی شاتل

محل استقرار افراد

Endeavour

مدارگرد ◄
شاتل فضایی اندیور (Endeavour) جدیدترین مدارگرد است که از سال ۱۹۹۲، که نخستین پرواز خود را انجام داد، تا کنون ۱۷ ماموریت برعهده داشته است. در این مدارگرد بالدار، جایگاه‌هایی برای حمل افراد و تجهیزات پیش بینی شده است. خدمه از کابین بالایی وسیله را هدایت می‌کنند و در بخش میانی استراحت می‌کنند. سه مدارگرد مورد استفاده‌ی امروزی، دیسکاوری، آتلانتیس و اندیور هستند.

سفر به فضا و برگشت

شاتل‌ها از مرکز فضایی کندی واقع در فلوریدای امریکا هدایت می‌شوند. قسمت‌های مختلف را در یک ساختمان بزرگ مونتاژ، که در اصل برای مونتاژ موشک‌های ماه‌نشین ساترن ۵ ساخته شده بود، سوار می‌کنند. در پایان، شاتل را به طور قائم بر روی یک سکوی متحرک پرتاب قرار می‌دهند. ارتفاع این شاتل، ۵۶ متر است. در طول فرایند پرتاب مدارگرد ابتدا از دو موشک تقویت‌کننده و سپس از مخزن سوخت بیرونی جدا می‌شود تا بتواند وارد مدار شود.



❶ موتور اصلی و موشک‌های کمکی با هم روشن می‌شوند تا شاتل را به آسمان ببرند

❷ حدود ۲ دقیقه بعد از برخاستن از زمین، موشک‌های کمکی جدا می‌شوند و با چتر به زمین می‌افتند

❸ در حدود ۶ دقیقه بعد، مخزن سوخت بیرونی جدا می‌شود و در اتمسفر از بین می‌رود

❹ مدارگرد (اوربیتر) در مدار زمین قرار می‌گیرد و هر ۹۰ دقیقه یک بار دور زمین می‌گردد. این قسمت معمولاً یک هفته در مدار می‌ماند

❺ در راه برگشت، مدارگرد وارد اتمسفر می‌شود. سپرهای محافظ بر اثر گرمای زیاد قرمز می‌شوند

❻ در پایان، مدارگرد مانند هواپیما روی باند فرود می‌آید

نیز نگاه کنید به ◄◄ اصطکاک ۵۶۸ • پرواز ۹۶ • ماه ۱۷۷ • فضانوردان ۱۹۲-۱۹۳ • مأموریت‌های بین‌سیاره‌ای ۱۹۸-۱۹۹

فضانوردان

از ۱۹۶۱ که یوری گاگارین اولین فضانورد شد، صدها نفر دیگر جرأت سفر به ماورای زمین را به خود داده‌اند، تجربیات نشان داد که امکان ماندن و کار کردن در فضا، هم در درون سفینه و هم در فضای بیرون آن (**فعالیت برون سفینه‌ای**) وجود دارد. بدن فضانوردان، هم از لحاظ سلامتی خود آنان و هم به عنوان بخشی از تحقیقات **پزشکی فضایی** پیوسته تحت نظر است و به ویژه، محققان می‌خواهند بدانند حالت بی‌وزنی چه اثری بر بدن می‌گذارد.

دستکش‌ها
اجزای گرم‌کننده دارند



▶ **آموزش‌های ضروری**
یک فضانورد، بر روی زمین و قبل از سفر باید در استخر شنا راه رفتن را تمرین کند. او لباس مخصوصی به تن می‌کند که وزن وی را هم وزن آب می‌کند تا نه به زیر آب برود و نه روی آن بماند. این وضعیت شناوری، مشابه وضعی است که در آن، فضانوردان باید در شرایط بی‌وزنی کارهایی هم انجام بدهند.

وجود این نوار قرمز
به شناسایی افراد در بیرون سفینه کمک می‌کند

کوله پشتی دارای اکسیژن و آب برای خنک کردن لباس و وسایل تأمین برق است

بازوی فلزی نگهدارنده‌ی
ابزارهای کار در فضا

لباس محافظ چند لایه‌ای
فضانورد را در برابر دماهای بالا و پایین، تشعشعات خطرناک و برخورد با شهاب سنگ‌های سرگردان محافظت می‌کند







▶ **جیره‌ی غذایی**
فضانوردان امروزی، غذاهای مختلفی می‌خورند که بعضی از آنها مانند آجیل و بیسکویت به همان شکل طبیعی خود هستند و بعضی را به‌صورت منجمد شده و کنسرو به آنان می‌دهند. بعضی را هم خشک می‌کنند که در هنگام خوردن، باید آب با آن‌ها مخلوط شود. در سال‌های نخست فضانوردی به این افراد موادی با ارزش غذایی بالا، اما غیراشتها آور از درون ظرف‌هایی به شکل لوله‌ی خمیر دندان داده می‌شد.

فعالیت برون سفینه‌ای

فضانوردانی که به مدار زمین می‌روند، گاهی باید در بیرون از سفینه کار کنند، که به این عمل، راه‌پیمایی در فضا گفته می‌شود. آلکسی لئونوف روسی و ادوارد رایت امریکایی، نخستین فضانوردانی بودند که در سال ۱۹۶۵ اقدام به این کار کردند. امروزه، فضانوردان برای تعمیر ماهواره‌ها، نصب ابزارها و غیره در ایستگاه فضایی بین‌المللی از سفینه خود خارج می‌شوند.

▲ تعمیر هابل
در مارس ۲۰۰۲، فضانوردانی در مأموریت فضایی ۱۰۹ـ STS یک واحد نیرو، یک دوربین جدید و یک باتری خورشیدی را به تلسکوپ فضایی هابل اضافه کردند. در این ماموریت رکورد جدید ۳۶ ساعت کار در فضا در ۵ نوبت ثبت شد. این چهارمین مأموریت در راستای کمک به کار بهتر تلسکوپ هابل بود

فضانوردان
astronauts

► کار در فضا
در اکتبر سال ۲۰۰۲، دیوید ولف، فضانورد امریکایی ناچار شد مدت ۶ ساعت در فضا کار کند تا بتواند وسایلی را در ایستگاه فضایی بین‌المللی نصب کند. در این مأموریت، فضانورد دیگری به‌نام پیرس سلرز نیز به او کمک کرد. هدف اصلی از این مأموریت اضافه کردن ستونی به اسکلت ایستگاه برای افزایش استحکام آن بود.

کمربند محافظ
مانع از شناور شدن در فضا می‌شود

محافظ پا
فضانورد را ثابت نگه می‌دارد

بازوی روبات جرثقیل فضایی

پزشکی فضایی

توقف در فضا در حالت بی‌وزنی از چند راه بر سلامت انسان اثر می‌گذارد: ماهیچه‌ها ضعیف می‌شوند و استخوان‌ها حالت پوکی و شکنندگی می‌یابند. البته، ورزش و استفاده از غذاهای ویژه می‌تواند جلوی این عارضه‌ها را در سفرهای فضایی دراز مدت بگیرد.



► معاینه‌ی پزشکی فضایی
در ماموریت ۹۵ـ STS که در سال ۱۹۹۸ در شاتل انجام شد؛ بدن جان گلن به ابزارهایی مجهز شده بود که وضعیت خواب او را بررسی می‌کردند. گلن نخستین امریکایی بود که در سال ۱۹۶۲به فضا رفت، اما وی در ۷۷ سالگی هم در سال ۱۹۹۸ دوباره برای تعیین اینکه دریابد حالت بی‌وزنی چه اثری بر پیری می‌گذارد به فضا سفر کرد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ گرانش ۷۲ ● سفر به فضا ۱۹۰-۱۹۱ ● ایستگاه‌های فضایی ۱۹۴-۱۹۵

ایستگاه‌های فضایی

ایستگاه فضایی سفینه‌ای است که برای سال‌ها گردش در مدار طراحی شده است، شرایط داخلی آن کاملاً کنترل شده است: باتری‌های خورشیدی نیروی لازم را به ایستگاه می‌رسانند، هوا و آب بازیافت می‌شوند و در مجموع، محیط راحتی برای فضانوردان و دانشمندان فراهم می‌شود تا بتوانند آزمایش‌های خود را انجام دهند و تأثیر بی‌وزنی را بر مواد، افراد، گیاهان و جانوران شناسایی کنند. در **ایستگاه‌های فضایی بین‌المللی** افرادی از ملیت‌های مختلف با هم کار می‌کنند.



▲ به طرف خارج از ایستگاه سالیوت
دو فضانورد خارج شده از سفینه فضایی سایوز ۳۷ که در سال ۱۹۸۰ قبل از باز کردن دریچه و حرکت به سمت ایستگاه فضایی روس‌ها به نام سالیوت از کپسول خود به بیرون نگاه می‌کنند. بعضی از فضانوردان سالیوت ۶ به مدت شش ماه در فضا ماندند و رکورد توقف در فضا را شکستند. سالیوت ۷ در سال ۱۹۸۲ جای سالیوت ۶ را گرفت.

ایستگاه فضایی

نام	کشور	تاریخ پرتاب	چند اتفاق
سالیوت ۱	اتحاد شوروی	۱۹۷۱	خدمه در بازگشت به زمین کشته شدند
اسکای لب	امریکا	۱۹۷۳	سه فضانورد در آن ساکن شدند
آزمایشگاه فضایی	اروپا	۱۹۸۳	با شاتل فرستاده شد
میر	روسیه	۱۹۸۶	زمان اولین پرتاب
بین‌المللی	چند کشور	۱۹۹۸	زمان اولین پرتاب



▲ اسکای‌لب در مدار
امریکا در سال ۱۹۷۳ نخستین آزمایشگاه فضایی خود به نام اسکای‌لب را در مدار قرار داد. در حین پرتاب، یکی از صفحات باتری خورشیدی این سفینه شکست و به سپر حرارتی واقع در محل استقرار افراد آسیب رسید. فضانوردان سفینه توانستند آن را تعمیر کنند و مدت ۲۸ روز در فضا ماندند. گروه‌های بعدی ۵۶ روز و ۸۴ روز در فضا ماندند.

▼ تکمیل ایستگاه فضایی
تصویر زیر، کامل شده‌ی ایستگاه فضایی را نشان می‌دهد. طول این ایستگاه ۱۱۰ متر، یعنی به اندازه‌ی طول یک زمین فوتبال است. اجزای این ایستگاه را موشک‌های روسی و امریکایی به فضا می‌برند و فضانوردان باید در همان‌جا کار اتصال اجزا را انجام دهند. البته در این میان، روباتی هم که کشور کانادا در اختیار نهاده، در انجام این کار به فضانوردان کمک می‌کند.





▲ ماموریت به سوی میر (۱۹۹۵)
روس‌ها در فوریه ۱۹۸۶ اولین مدول یک ایستگاه فضایی را به آسمان فرستادند که قرار بود مدت ۱۵ سال در مدار بماند و نام این مدول را هم میر (صلح) نهادند. در سال‌های بعد، ۵ مدول دیگر را هم با موشک‌های بدون سرنشین به فضا فرستادند. در سال ۲۰۰۱، میر از مدار خود پایین آمد و در برخورد با اتمسفر زمین از بین رفت.

ایستگاه فضایی بین‌المللی

در ارتفاع ۳۹۰ کیلومتری زمین، بزرگترین جسم فضایی مصنوعی، یعنی ایستگاه فضایی بین‌المللی (ISS) قرار گرفته است. کشورهای شرکت کننده در این برنامه، آمریکا، ۱۴ کشور، عضو آژانس فضایی اروپایی، ژاپن و کانادا هستند. اجزای این ایستگاه تماماً در فضا درکنار هم نصب شده‌اند.



▲ **تحقیقات علمی**
آزمایش‌های انجام شده برای پرورش گیاه در فضا بسیار مهم بوده است، زیرا گیاهان می‌توانند منبع غذایی افراد در سفرهای طولانی آینده باشند. گذشته از آن، گیاهان دی‌اکسید کربن را به اکسیژن لازم برای تنفس تبدیل می‌کنند. آزمایش‌های ایستگاه فضایی از این رو جالب است که کارها در شرایط نزدیک به بی‌وزنی صورت می‌گیرد و به این ترتیب، بینش بیشتری در علوم فیزیک، شیمی، پزشکی و زیست‌شناسی حاصل می‌آید.



▶ **گروه کار**
افرادی که در مونتاژ قطعات ایستگاه بین‌المللی شرکت داشتند، در شاتل اندیور این عکس تاریخی را در دسامبر ۱۹۹۸ گرفتند. این افراد قبلاً هم روی مدول زاریای روس‌ها کار کرده بودند. پوستر پشت سر، پرچم‌های همه‌ی کشورهای دست‌اندرکار در تولید ایستگاه فضایی بین‌المللی را نشان می‌دهد.

e ⏭ ایستگاه‌های فضایی
spase stations

پنل‌های حرارتی
برای تنظیم دمای داخلی و دفع گرمای اضافی

محل انجام آزمایش‌ها

مجموعه‌ی **وزن ایستگاه بین‌المللی** فضایی حدود ۵۰۰ تن شده است

قطعه‌ی کلمبوس
که توسط آژانس فضایی اروپا تولید شد

NASDA

esa

مدول آزمایش ساخته شده
توسط موسسه‌ی توسعه‌ی هوانوردی و فضایی ژاپن (NASDA)

نیز نگاه کنید به ◀◀ گرانش ۷۲ • موشک ۱۸۸ • سفر به فضا ۱۹۲-۱۹۳ • فضانوردان ۱۹۲-۱۹۳

رصدخانه‌های فضایی

از فضای خارج از اتمسفر زمین و رصدخانه‌ای چون **تلسکوپ فضایی هابل** می‌توان بسیار دقیق‌تر و بهتر از روی زمین به مشاهده‌ی جهان پرداخت. در چنین محلی، می‌توان شکل‌های غیرقابل دیدن تشعشعاتی از قبیل پرتوهای گاما، ایکس، و فرابنفش و فروسرخ را نیز که جذب اتمسفر زمین می‌شوند، دریافت کرد. اخترشناسان هم با نگاه کردن به این تشعشعات درک بهتری از کار جهان به‌دست خواهند آورد.

▲ رصدخانه‌ی پرتو گاما
رصدخانه‌ی کایتون که در سال ۱۹۹۱ به فضا فرستاده شد، در نوع خود بزرگ‌ترین بود، این رصدخانه، وجود صدها منبع پرتو گاما را در فضا نشان داد و بیشتر از ۲۵۰۰ فوران پرتور گامایی را ثبت کرد که هر کدام نشانه‌ای از وجود فعالیت‌های شدید فضایی است.

رصدخانه‌ی پرتو ایکس چاندرا ◄
این رصدخانه‌ی ۱۳/۷ متری پرتو ایکس قوی‌ترین تلسکوپ ردیابی پرتوی ایکس در فضاست. این رصدخانه در سال ۱۹۹۶ با شاتل فضایی به ارتفاع ۱۴۰هزار کیلومتری زمین برده شد و در آن‌جا مسیر حرکت خود را در مدار بیضوی بسیار کشیده‌ای آغاز کرد.

◄ مشاهده‌گر خورشید سوهو
از سال ۱۹۹۵، رصدخانه‌ی ویژه‌ای به‌نام سوهو (SOHO) در فضا قرار داده شد که به مطالعه روی طول موج‌های فرابنفش و نور معمولی خورشید می‌پردازد. این رصدخانه که در فاصله‌ی ۱/۵ میلیون کیلومتری زمین است، در مداری که دور خورشید می‌گردد و وضعیت سطح و درون خورشید، اتمسفر و کرونای آن را بررسی می‌کند.

امواج الکترومغناطیسی



◄ پرتوهای گاما
این تصویر پرتو گاما سحابی خرچنگی M۱ را نشان می‌دهد. پرتوهای گاما کوتاه‌ترین طول موج و بیشترین انرژی را دارند. این پرتو را بعضی از فعالیت‌های بسیار شدید فضایی از قبیل برخورد دو کهکشان پدید می‌آورند.

◄ پرتوهای ایکس
پرتوهای پرانرژی ایکس هم حاصل بروز اتفاقات شدید فضایی‌اند. این پرتوها، در مقایسه با نورهای مرئی، انرژی بیشتری دارند. طول موج آن‌ها هم در مقایسه با پرتوهای گاما، بیشتر است.

◄ پرتوهای فرابنفش
تصویر فرابنفش خورشید وجود دماهای مختلفی را در بخش کرونای آن نشان می‌دهد. پرتوهای فرابنفش در مقایسه با نور مرئی، انرژی زیادتر و در مقایسه با پرتوهای ایکس انرژی کمتری دارند. این پرتوها از اجسام بسیار داغ مانند خورشید ساطع می‌شوند و پوست را می‌سوزانند.

◄ پرتوهای فروسرخ
در اینجا، تصویر سحابی عقاب یا M۱۶ را که با پرتوهای فروسرخ تهیه شده است می‌بینید این امواج در مقایسه با نور مرئی، طول موج زیادتری دارند و در زمین، به امواج گرمایی هم تعبیر می‌شوند. در فضا این امواج به درون غبارهای بین ستاره‌ای نفوذ می‌کنند و چیزهای پشت آن را نشان می‌دهند.

◄ امواج رادیویی
کهکشان مارپیچ M۵۱ در اینجا به‌صورت تصویر امواج رادیویی دیده می‌شود. امواج رادیویی بلندترین طول‌ها و کمترین مقدار انرژی را دارند. این امواج که در فضا از ستاره‌ها، کهکشان‌ها و ابرهای گازی پدید می‌آیند، توسط رادیو تلسکوپ‌های مستقر بر روی زمین قابلیت دریافت دارند.

تلسکوپ انعکاسی
با آینه‌ی ۸۵ سانتیمتری

صفحه‌ی باتری خورشیدی
نور خورشید را به برق تبدیل می‌کند

رصدخانه‌ی اسپیتزر ◄
رصدخانه‌ی اسپیتزر (Spitzer) تلسکوپی است که در سال ۲۰۰۳ به فضا فرستاده شد. این تلسکوپ که در نوع خود بزرگ‌ترین است با امواج فروسرخ کار می‌کند، یعنی رصدهای خود را در زیر نورهای نامرئی فروسرخ انجام می‌دهد. اسپیتزر اجرام سرد موجود در فضا، از قبیل ستارگان کم نور و کوچک، سیاره‌های واقع در اطراف ستارگان و ابرهای عظیم بین ستاره‌ای را جست‌وجو و بررسی می‌کند. اجزای این تلسکوپ را برای بهتر عمل کردن، به کمک هلیم مایع در دمای ۲۷۳ـ درجه نگه می‌دارند.

دوربین ردیاب
که با پرتو گاما آسمان را جست‌وجو می‌کند

تلسکوپی که با طول موج‌های کوتاه‌تر اجرام آسمانی را رصد می‌کند

رصدخانه‌های فضایی
spase observatories

تلسکوپ فضایی هابل

برخی از حیرت انگیزترین تصویرهایی که تاکنون از اجرام آسمانی به‌دست آمده از تلسکوپ فضایی هابل (HST) ارسال شده است. این تلسکوپ با نور مرئی کار می‌کند اما تصویرهایی را هم با پرتوهای فروسرخ می‌گیرد. این تلسکوپ در سال ۱۹۹۰ و به کمک شاتل دیسکاوری به فضا فرستاده شد و از آن به بعد توسط فضانوردان شاتل چهار بار تصحیح شده و ارتقای کیفیت یافته است.

محافظ تلسکوپ
در برابر آفتاب

مغناطیس سنجی
که حرکات هابل را در میدان مغناطیسی زمین ردیابی می‌کند

باتری‌های خورشیدی
تامین کننده‌ی برق

آنتن فرستنده‌ی تصویرها به زمین

بدنه‌ی دستگاه
مجهز به سه نوع دوربین

▲ کهکشان سومبررو
این تصویر کهکشان مارپیچی سومبررو (M۱۰۴) که توسط تلسکوپ فضایی هابل در سال ۲۰۰۳ تهیه شده، کهکشان را بسیار واضح‌تر از آنچه در گذشته دیده می‌شد نشان می‌دهد. در زمینه‌ی روشن توده‌ی ستاره‌ها، دیسک مرکزی کهکشان از پهلو به‌صورت یک نوار تیره دیده می‌شود. البته، تلسکوپ هابل رنگ‌های واقعی اجرام آسمانی را نشان نمی‌دهد، زیرا تصویرها را توسط فیلترهای رنگی می‌گیرد که سپس به کمک رایانه می‌توان رنگ‌های واقعی را بازسازی کرد.

▲ طرز کار تلسکوپ هابل
در داخل لوله‌ی آن یک تلسکوپ معمولی از نوع انعکاسی نصب شده است. یک آینه‌ی اولیه‌ی ۲/۴ متری مقعر، نورهای دریافتی را جمع کرده و آن‌ها را به آینه‌ی دوم در انتهای لوله منعکس می‌سازد این آینه‌ی دوم، پرتوها را منعکس کرده از طریق یک سوراخ در آینه‌ی لوله متمرکز می‌کند و به دوربین‌ها و ابزارهای دیگر می‌فرستد. مهندسان مرکز کنترل پروازهای فضایی ناسا، تلسکوپ را از راه دور تنظیم و کار آن را کنترل می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ امواج انرژی ۹۸-۹۹ • نور ۱۱۰-۱۱۱ • تلسکوپ‌ها ۱۱۷ • اخترشناسی ۱۸۶ • رصدخانه‌ها ۱۸۷

ماموریت‌های بین‌سیاره‌ای

دانشمندان سفینه‌های بین‌سیاره‌ای را به فضا می‌فرستند تا در باره‌ی سیارات، سیارک‌ها و دنباله دارها از فاصله‌ی نزدیک‌تری مطالعه کنند. مارینر ۲ نخستین فضاپیمای بین‌سیاره‌ای بود که در سال ۱۹۶۲ با موفقیت از کنار زهره گذشت. **تحقیق درباره‌ی مریخ**، در سال ۱۹۶۵ و با ارسال مارینر ۴ آغاز شد. از آن به بعد روی همه‌ی سیارات به‌جز پلوتو به همین ترتیب مطالعه شده است. بعضی از سفینه‌ها با گذر از کنار سیاره، برخی با دور زدن آن، بعضی هم با فرود آمدن در سطح آن، هدف خود را مورد مطالعه قرار می‌دهند.



پرواز وویجرها ◄
هم اکنون، دو سفینه وویجر، بعد از انجام بررسی‌هایی که از سال ۱۹۷۷ به بعد درباره‌ی سیارات بیرونی منظومه انجام دادند، اکنون در مسیر خروج از منظومه‌ی شمسی هستند. این دو سفینه از کنار مشتری و زحل گذشتند و سپس، وویجر ۲ راهش را به سوی ارانوس و نپتون ادامه داد و برای نخستین بار اطلاعات و اسرار جالبی از این دو سیاره را به زمین مخابره کرد.



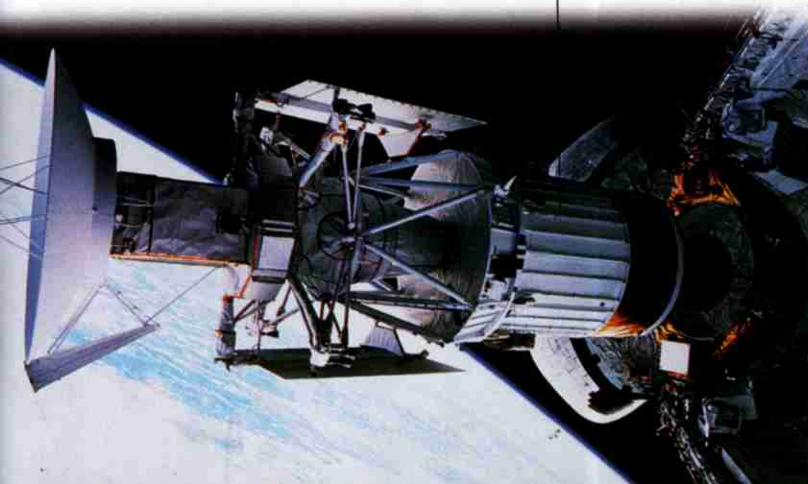
▲ فرود بر قمر اروس
یک سفینه‌ی فضایی به نام نیر شومیکر، فرودی غیرمنتظره را در فوریه ۲۰۰۱ بر روی سیارک اروس انجام داد. این سفینه تمام سال قبل را در مداری به دور این جسم سنگی ۳۳ کیلومتری که گاهی تا فاصله‌ی ۲۲ میلیون کیلومتری به زمین نزدیک می‌شود، می‌گشت، اما در پایان ماموریت، دانشمندان تصمیم گرفتند سفینه را به این جسم فضایی نزدیکتر کنند تا عکس‌های واضح‌تری از آن تهیه شود؛ اما اتفاق جالب آن بود که سفینه توانست به سختی، اما با موفقیت بر روی سیارک فرود آید. یکی از ابزارهای آن هم تا روزها بعد از فرود همچنان کار می‌کرد.



▼ به دور زهره
سفینه فضایی ماژلان در سال ۱۹۹۰ در مداری به دور زهره قرار گرفت و خواست با استفاده از امواج رادار دریابد که در زیر ابرهای قطور و همیشگی اطراف این سیاره چه می‌گذرد. در تصاویری که به زمین مخابره شد، سطح زهره پر از آتش‌فشان و پوشیده از گدازه نشان داده می‌شد. در ضمن، ترک‌های زیادی هم در سطح زهره موجود بود.



▲ مقصد: زحل و تیتان
در سال ۲۰۰۴، سفینه‌ی فضایی کاسینی، بعد از سفری ۷ ساله، به کنار حلقه‌های زیبای زحل رسید. هدف آن بود که زحل و اقمار زیاد آن در مدتی طولانی بررسی شوند. در ضمن قرار بود که کاسینی ردیابی به نام هایگنس را به درون اتمسفر قطور تیتان، بزرگ‌ترین قمر زهره، بفرستد که در سطح این قمر فرود آید.



تحقیق درباره‌ی مریخ

تحقیق در باره‌ی مریخ همیشه هیجان‌آور بوده است. همیشه این فکر در ذهن دانشمندان وجود داشته که آیا ممکن است آثار حیات بر روی این نزدیک‌ترین سیاره به زمین موجود باشد و انسان هم بتواند روزی بر روی آن ساکن شود؟ روی مریخ از دور و نزدیک توسط سفینه‌هایی که روی آن فرود آمدند و آن‌هایی که در مدار به‌دور آن می‌گشتند، مطالعات زیادی انجام شده است، این مأموریت‌ها نشان دادند که مقداری یخ در میان سنگ‌های سطح مریخ موجود است که شاید بازمانده‌ی اقیانوس‌های قدیمی این سیاره باشند.



▲ بررسی کلی
در سال ۱۹۹۴، یک وسیله‌ی نقشه‌برداری از سطح مریخ به فضا فرستاده شد که پس از ۱۰ ماه به مدار این سیاره رسید. این وسیله مأموریت اصلی خود را از سال ۱۹۹۹ آغاز کرد و از سطح این کره نقشه‌برداری دقیقی کرد؛ عوارض سطحی آن را نشان داد و مطالعاتی را هم روی سنگ‌ها و اتمسفر این سیاره انجام داد.

◀ نقشه‌برداری از سطح مریخ
این تصویر سه بعدی، قسمت‌هایی از سطح مریخ را نشان می‌دهد. مناطق آبی رنگ، کم ارتفاع‌ترین و مناطق قرمز، مرتفع‌ترین مناطقند. ناحیه آبی رنگ واقع در وسط نواحی قرمز، فرورفتگی بزرگی به قطر ۱۶۰۰ کیلومتر است که هلاس نام‌گذاری شده است.



▲ چهره‌ی مریخ
این منظره را که مریخ نورد اسپیریت در سال ۲۰۰۴ از سطح مریخ تهیه کرد، آن‌جا را پوشیده از خاکی قرمز با قطعه سنگ‌های پراکنده نشان می‌دهد. غبارهای دانه‌ریزی که از سطح مریخ بر می‌خیزد، آسمان آن را نیز قرمز کم‌رنگ کرده است. تصویرهای ارسالی از یک مریخ‌نورد که درون یک دهانه‌ی برخوردی فرود آمد، نشان می‌دهند که سنگ‌های دیواره‌های دهانه توسط آب دریایی شور و کم عمق، برکه یا یخ زیرسطح تشکیل شده‌اند.

▼ حرکت بر سطح مریخ
در ژانویه ۲۰۰۴، دو روبات به نام‌های اسپیریت و آپورچونیتی بر سطح مریخ نشانده شدند. این دو ربات با حرکتی آرام بر روی مریخ به حرکت در آمدند. در درون آن‌ها ابزارهایی برای مطالعه روی سنگ‌ها وجود داشت. دوربین‌هایی هم برای عکس برداری از سطح و هدایت روبات‌ها وجود داشتند. قبل از شروع هر مرحله‌ی اکتشافی هر روبات عکس‌هایی از منظره‌ی پیش روی خود می‌گرفت که باید به کمک آن‌ها مسیر بی‌خطری برای ادامه حرکت پیش‌بینی می‌شد.





نیز نگاه کنید به ◀◀ زهره ۱۷۵ ● مریخ ۱۷۸ ● زحل ۱۸۰ ● سیارک‌ها ۱۸۴ ● حیات فرازمینی ۲۰۰-۲۰۱

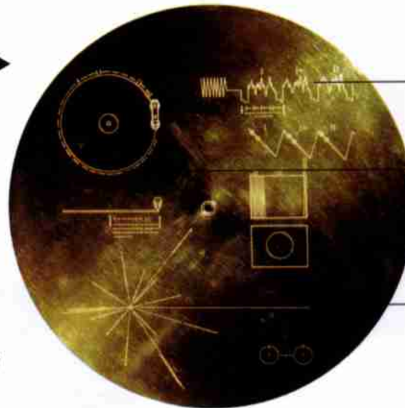
حیات فرازمینی

تا جایی که می‌دانیم زمین تنها جایگاه در بردارنده‌ی حیات در جهان است. اما آیا ممکن است درجای دیگری از این جهان بزرگ هم آثار حیات موجود باشد؟ احتمال چنین چیزی وجود دارد، یا وجود داشته است که روی مریخ یا قمر اروپا آثاری از جانداران موجود باشد. اما اخترشناسان برای یافتن حیات نگاه خود را به نقاطی فراتر از منظومه‌ی شمسی دوخته‌اند. در برنامه‌ی جستجوی هوش فرازمینی (SETI) در انتظار دریافت نشانه‌هایی مبنی بر مثبت بودن پاسخ این سوالند.

▲ آثار حیات در اروپا
اروپا، بزرگترین قمر مشتری، که تصویر تهیه شده از آن توسط سفینه‌ی گالیله را می‌بینید، سطحی مسطح و پوشیده از یخ صورتی رنگ دارد، اما مسیرهای متقاطع زیادی هم بر روی آن پیداست که ممکن است حاصل حرکت اقیانوسی محبوس در زیر یخ باشد که انرژی گرانشی مشتری آن را ذوب کرده است، احتمالاتی در مورد امکان وجود نوعی حیات بر روی این قمر وجود دارد.



▶ پیام وویجر
در هر کدام از دو سفینه‌ی وویجری که سراسر منظومه‌ی شمسی را پیمودند، از محدوده آن خارج شده و به سوی دنیاهای دیگر رفتند، لوحی قرار داده شده که روی آن تصویرهایی از مناظر طبیعی زمین، صداها و صحبت‌ها و موسیقی ملل مختلف ضبط شده است. امید است که موجودات هوشمندی در دنیاهای دیگر، بالاخره این لوح را بیابند و تصویری از ماهیت حیات بر روی سیاره‌ی زمین به دست آورند.



طرز مشاهده‌ی تصویرهای طبیعی و ساخته‌ی انسان

طرز راه‌اندازی ضبط صوت برای شنیدن صداهای زمینی

موقعیت زمین در فضا در ارتباط با پولسارهای ۱۴ که پرتویی را به همه‌ی فضا می‌فرستد

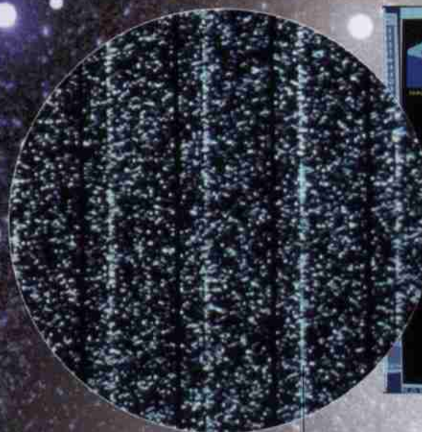
▼ کاوش در آسمان
رادیوتلسکوپ آرسیبو در کشور پورتوریکو، یکی از چند وسیله‌ای است که برای گوش‌دادن به پیام‌هایی که از تمدن‌های احتمالی فضا می‌آیند، طراحی شده است. بر اساس برنامه‌ای به نام فینکس، میلیون‌ها کانال رادیویی به طور همزمان مشغول بررسی فضا هستند. امواج رادیویی را از آن رو برای مطالعه با ارزش می‌دانند که بدون تغییر در ماهیت می‌توانند از فاصله‌ای بسیار دور به زمین برسند.

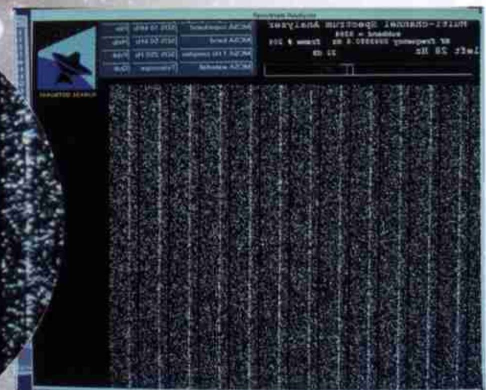
آنتن، پیام‌های رادیویی را از آنتن بشقابی دریافت می‌کند

آنتن بشقابی به قطر ۳۰۸ متر



حیات ابتدایی ◄
نخستین شکل‌های حیات بر روی زمین، در حدود ۴ میلیارد سال قبل و به شکل سیانوباکتری‌ها (جلبک‌های آبی ـ سبز) ظاهر شد. این جانداران را امروزه هم در بخش‌های غربی استرالیا، به صورت برآمدگی‌هایی به نام استروماتولیت می‌یابیم. تکامل تدریجی حیات هم از همین جانداران تک سلولی آغاز شد. شاید در دنیاهای دیگر نیز چنین پدیده‌هایی موجود باشد.





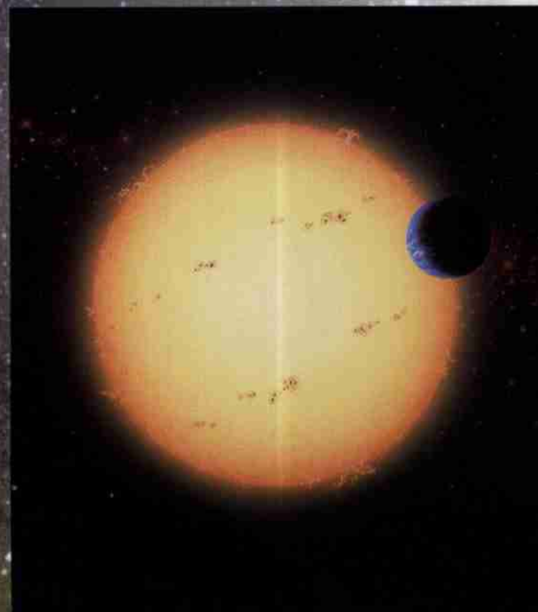
خطوط قائم نمایانگر الگوی معمول است. هر تغییری ممکن است نشانه‌ی یک سیگنال باشد

▲ جست‌وجوی پیام‌ها
بر روی این صفحه نمونه‌هایی از سیگنال فضایی دریافت شده توسط رادیوتلسکوپ آرسیبو دیده می‌شود. جستجوی سیگنالی از فضا که توسط موجودات هوشمند جهان‌های دیگر ارسال شده باشد مثل جستجوی سوزن در انبار کاه است. حجم این گونه پیام‌ها بسیار زیاد است که پس از دسته‌بندی توسط پروژه‌ی HOMEProject@SETI پردازش می‌شود که کاربران رایانه‌های معمولی نیز می‌توانند در این کار کمک کنند.

معادله‌ی دریک

یک اخترشناس آمریکایی به نام فرانک دریک، که از پیشتازان پروژه‌ی SETI است، وجود عوامل زیر را برای وجود موجودات هوشمند بر روی یک کره ضروری می‌داند. این لیست، که معادله‌ی دریک نامیده می‌شود، اساس محاسبه تعداد تمدن‌های احتمالی در کهکشان‌هاست. اما این عوامل فقط بر مبنای یک نمونه، آن هم حیات زمین، هستند و معلوم نیست در مورد شکل‌های حیاتی احتمالاً متفاوت موجود در کرات دیگر هم مصداق داشته باشند. افرادی که در این زمینه خوشبین‌اند، تعداد تمدن‌های موجود در کهکشان راه شیری را میلیون‌ها عدد می‌دانند، اما افراد بدبین آن را محدود به زمین کرده‌اند.

- چند ستاره در کهکشان در طول میلیاردها سال وضع ثابتی را که لازمه‌ی پیدایش حیات است، دارا هستند؟
- چند ستاره از این مجموعه، نظام سیاره‌ای ثابتی را در اطراف خود پدید آورده‌اند؟
- چند سیاره در این میان شرایط مناسب برای پیدایش حیات را دارا هستند؟
- بر روی چند سیاره از این نوع، حیات پیدا می‌شود و پایدار می‌ماند؟
- بر روی چند سیاره از این نوع، موجودات هوشمند قادر به برقراری ارتباط به وجود می‌آیند؟
- بر روی چند سیاره از این نوع که موجودات هوشمند دارند، شرایط به صورتی است که آنان بتوانند صاحب فناوری لازم برای برقراری ارتباط با دیگر نقاط جهان شوند؟
- چه تعداد از این تمدن‌های پیشرفته توسط سوانح طبیعی یا خودساخته از بین رفته اند؟



سیارات خارج از منظومه‌ی شمسی ◄
سیاره‌ای مشابه مشتری یافت شده است که دور ستاره‌ی HD ۱۸۷۱۲۳ می‌گردد. این سیاره، بیرون از منظومه‌ی شمسی ماست. پروژه SETI رادیوتلسکوپ‌های خود را به ستارگانی متوجه کرده است که ممکن است مانند خورشید سیاره‌دار باشند. قاعدتاً اگر حیاتی در کرات دیگر موجود باشد، جای آن روی همین نوع سیارات است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ تلسکوپ‌ها ۱۱۷ ● مشتری ۱۷۹ ● مأموریت‌های بین سیاره‌ای ۱۹۸-۱۹۹ ● جلبک‌ها ۲۸۶-۲۸۷



زمین

سیاره‌ی زمین	۲۰۴
ساختار زمین	۲۰۶
زمین ساخت ورقی	۲۰۸
زمین لرزه	۲۱۰
آتش‌فشان	۲۱۲
کوه‌زایی	۲۱۴
کانی‌ها	۲۱۶
چرخه‌ی سنگ	۲۱۷
سنگ‌ها	۲۱۸
فسیل‌ها	۲۲۰
زمان در زمین‌شناسی	۲۲۱
فرسایش	۲۲۲
خاک	۲۲۴
رسوبات	۲۲۵
یخ	۲۲۶
ساحل‌ها	۲۲۷
اقیانوس‌ها	۲۲۸
بستر اقیانوس	۲۳۰
جزیره‌ها	۲۳۱
رودها	۲۳۲
آب‌های زیرزمینی	۲۳۳
دریاچه‌ها	۲۳۳
اتمسفر	۲۳۴
آب و هوا	۲۳۶
وضع هوا	۲۳۸
باد	۲۴۰
ابرها	۲۴۲
باران	۲۴۴
زیستگاه‌ها	۲۴۶
منابع زمین	۲۴۸
آلودگی	۲۵۰
توسعه‌ی پایدار	۲۵۱



سیاره‌ی زمین

کره‌ی سنگی محل زندگی ما یکی از ۹ سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی است. زمین کره‌ای است که در قسمت استوا اندکی برجستگی و در قطبین کمی فرورفتگی دارد. قطر زمین در ناحیه‌ی استوا ۱۲۷۵۶ کیلومتر است. این سیاره، با سرعتی معادل ۱۰۵ هزار کیلومتر در ساعت به دور خورشید می‌گردد. مدت گردش به دور خروشید یک بار در سال و چرخش به دور **محور** خودش، یکبار در هر ۲۴ ساعت است. زمین، تنها سیاره‌ای است که می‌دانیم حیات در آن در حوزه‌ای به‌نام **زیستکره** (بیوسفر) وجود دارد.



سیاره‌ی منحصر به فرد ◄
وجود آب، اکسیژن و آفتاب سبب شده است که زمین محیط مناسبی برای زندگی جانداران باشد. بیشتر سطح زمین را آب پوشانده و به همین سبب، این سیاره از فضا آبی رنگ دیده می‌شود. زمین تنها سیاره در منظومه‌ی شمسی است که اتمسفری با اکسیژن زیاد دارد. خورشید نیز که در فاصله‌ی ۱۵۰ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد، گرمای مناسبی را برای زیستن بر روی این کره فراهم آورده است.



▲ اتمسفر
اتمسفر (هوا کره)، لایه‌ای گازی به ضخامت حدود ۷۰۰ کیلومتر است که اطراف زمین را احاطه می‌کند. اتمسفر شامل نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد) و مقدار اندکی از گازهای دیگر است. مقدار متغیری بخار آب نیز در هوا وجود دارد که بخشی از آن ابرها را تشکیل می‌دهد.



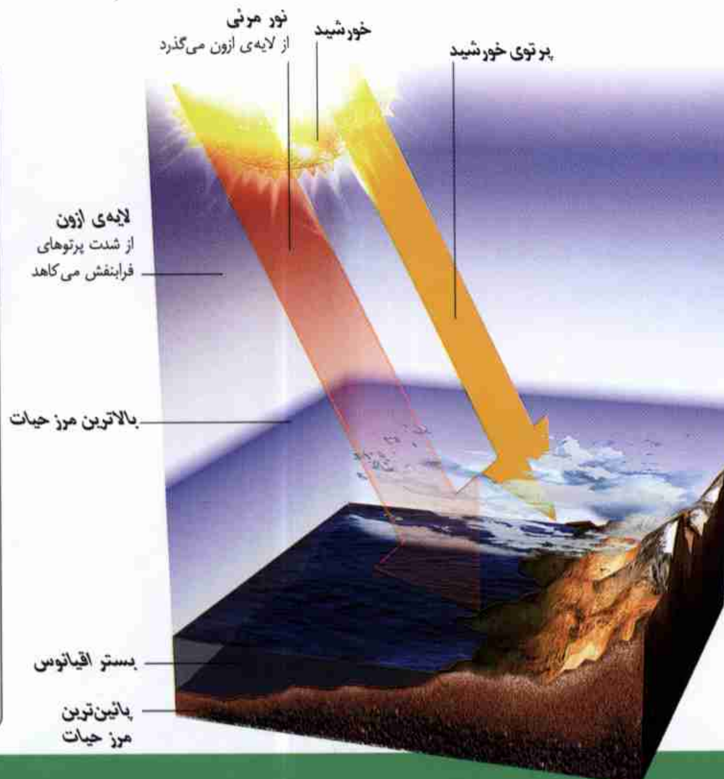
▲ اقیانوس‌ها
اقیانوس‌ها حدود ۷۰/۸ درصد سطح زمین را با عمق متوسط ۳/۵ کیلومتر می‌پوشانند. آبکره (هیدروسفر) علاوه بر اقیانوس‌ها که آب شور دارند، شامل رودها، دریاچه‌ها و یخچال‌ها و آب‌های زیرزمینی نیز می‌شود، که آب آن‌ها شیرین است؛ اما مقدار این آب‌ها از یک درصد مجموعه بیشتر نیست.



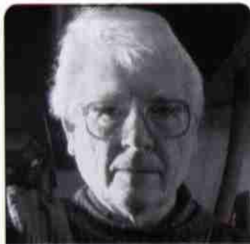
▲ خشکی‌ها
حدود ۲۹/۲ درصد سطح زمین را سنگ کره (لیتوسفر) تشکیل می‌دهد، که شامل هفت قاره و تعدادی جزیره‌ی بزرگ و کوچک است. خشکی‌ها را معمولاً به زیستگاه‌های مختلفی چون جنگل، علفزار، بیابان و غیره تقسیم‌بندی می‌کنند.

زیستکره

زیستکره قسمتی از زمین است که مواد لازم برای حیات را در بردارد. این قسمت از بستر اقیانوس تا بالای تروپوسفر (اولین لایه‌ی اتمسفر) را شامل می‌شود. جانداران ذره‌بینی می‌توانند در درون پوسته زندگی کنند؛ اما بیشتر موجودات زنده از چند صدمتری عمق آب اقیانوس‌ها تا حدود یک هزار متری بالای سطح دریا زندگی می‌کنند.



منطقه‌ی زیستی ◄
لایه‌ی نازکی از گاز ازون در طبقات بالای اتمسفر وجود دارد. این لایه، جلوی ورود مقدار زیادی از پرتوهای زیان‌آور فرابنفش خورشید را به سطح زمین می‌گیرد، اما نور مرئی، یعنی نوری که می‌بینیم، از این لایه می‌گذرد. گازهای دیگر موجود در اتمسفر (به ویژه دی اکسید کربن) از بازگشت اشعه‌ی گرمایی خورشید به فضا جلوگیری می‌کنند و در نتیجه، محیط زمین را برای جانداران گرم نگه می‌دارند.



جیمز لاولاک
انگلیسی، ۱۹۱۹–
دانشمند محیط شناس
جیمز لاواک معتقد است که سیاره‌ی زمین را باید همانند یک موجود زنده‌ی کامل در نظر گرفت و نامش را هم گایا (برگرفته از نام الهه‌ی یونانی زمین) نهاده است. نظریه‌ی گایا می‌گوید، خود زمین می‌تواند شرایط لازم را برای زندگی متعادل جاندارانش فراهم آورد و این شرایط شامل ترکیب هوا، شیمی اقیانوس‌ها و دمای سطح زمین است.





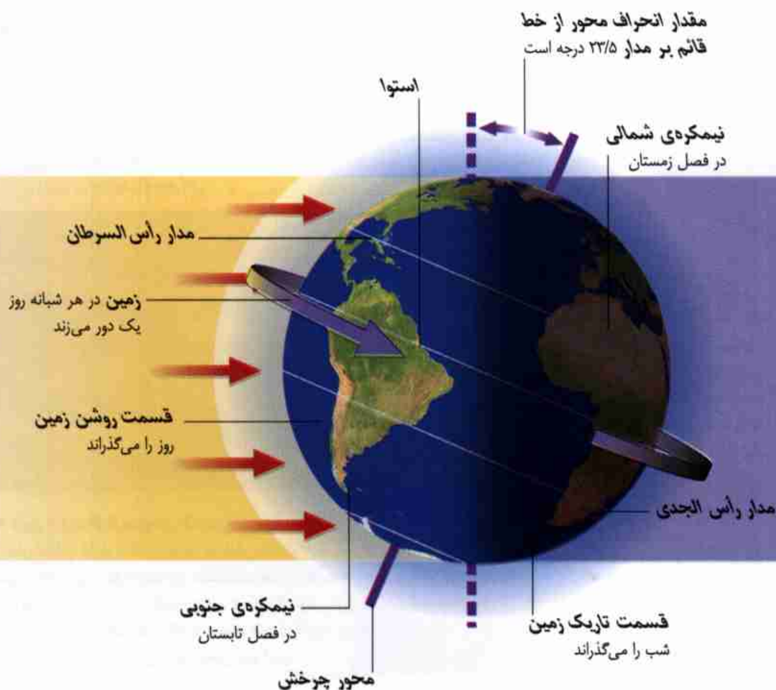

▲ **روش‌های مطالعه**
ماهواره‌ها اطلاعات مختلف از ماهیت جریان‌های دریایی تا کانی‌های پنهان در زیر پای ما را در اختیار ما می‌گذارند. استفاده از فناوری‌هایی چون رادار و سونار، دانش ما در باره‌ی زمین را متحول کرده است. برخی از زمین‌شناسان هم بر روی زمین کار می‌کنند و به جمع‌آوری اطلاعات و نمونه برداری از ابرها، سنگ‌ها، دهانه‌های برخوردی، گدازه‌های آتش‌فشانی و لایه‌های زیرین یخ یخچال‌ها می‌پردازند.

▲ **علوم زمین**
یک هواشناس بالونی را در قاره‌ی جنوبگان به منظور جمع‌آوری اطلاعات درباره‌ی وضع هوا به آسمان می‌فرستد. هواشناسی یکی از شاخه‌های علوم زمین است. در این علوم، خاصه‌های فیزیکی زمین، از قطره‌های باران تا رودها و سنگ‌ها مطالعه می‌شوند. سنگ‌شناسی، آب‌شناسی و بوم‌شناسی نیز از شاخه‌های همین علم به‌شمار می‌آیند.

▲ **یخ و برف**
کره‌ی منجمد (کریوسفر) شامل برف و یخچال‌های موجود در قله‌ی کوه‌ها، سطح اقیانوس‌ها و پهنه‌های یخی وسیع موجود در گرینلند و قاره‌ی جنوبگان است. در گذشته و عصرهای طولانی یخبندان، در مقایسه با امروز، بیشتر سطح قاره‌ها را یخ و برف می‌پوشاند.

محور

زمین ممکن است زیر پای ما ساکن به نظر آید، اما در واقع، در همان حال که در مدار خود به دور خورشید می‌گردد، مانند فرفره به دور خود نیز می‌چرخد. این نوع چرخش، که هر ۲۴ ساعت یک بار انجام می‌گیرد، به دور محوری فرضی است که از دو قطب شمال و جنوب و مرکز زمین می‌گذرد. محور زمین نسبت به سطح مدار آن به دور خورشید، قائم نیست و به اندازه‌ی ۲۳/۵ درجه انحراف دارد. در نتیجه، زاویه بین هر نقطه از سطح زمین با پرتوی خورشید در طول سال تغییر می‌کند که موجب پیدایش فصل‌های مختلف و تغییرات طول شب و روز در مناطق مختلف زمین است. این تغییرات، در مناطق قطبی، که از استوا دورترند، محسوس‌تر است.



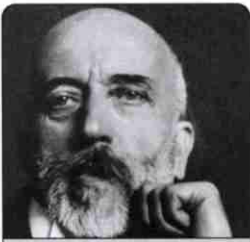
روز و شب ◄
در همان حال که زمین دور محور خود می‌چرخد، نیمی از آن که در برابر آفتاب قرار می‌گیرد، روز و طرف تاریک زمین، شب خواهد بود. زمین رو به مشرق می‌چرخد. بنابر این، خورشید و ستاره‌ها همیشه از همین سمت طلوع می‌کنند. وجود انحراف محور چرخش زمین سبب می‌شود که در هر زمان یک نیمکره (شمالی یا جنوبی) رو به خورشید قرار می‌گیرد و فصل تابستان را می‌گذراند. عکس این حالت برای نیمکره‌ی دیگر وجود دارد.



نیز نگاه کنید به ◄◄ زمین ۱۷۶ ● اقیانوس‌ها ۲۲۸-۲۲۹ ● اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵ ● آب و هوا ۲۳۶-۲۳۷ ● زیستگاه‌ها ۲۴۶-۲۴۷

ساختار زمین

زمین کره‌ی عظیمی از سنگ و فلز است. بخش سنگی و سطحی زمین، که روی آن زندگی می‌کنیم، لایه‌ی نازکی به‌نام پوسته است که در زیر قاره‌ها ضخیم و در زیر اقیانوس‌ها نازک‌تر است و فقط چند کیلومتر قطر دارد. در زیر پوسته، دو لایه‌ی دیگر به‌نام‌های گوشته و هسته قرار دارند که بر روی هم شعاع زمین (۶۳۷۰ کیلومتر) را تشکیل می‌دهند. زمین‌شناسان با مطالعه‌ی تغییراتی که در جهت و سرعت امواج زلزله‌ای که از درون زمین می‌آیند، به این ساختار پی برده‌اند. به‌نظر می‌رسد هسته‌ی زمین، **مگنتوسفر** (کره‌ی مغناطیسی) را پدید می‌آورد.



آندریا موهو رووبچیچ
کروات ۱۸۵۷-۱۹۱۶
این زمین‌فیزیکدان (ژئوفیزیکدان)، متوجه شد که امواج زلزله وقتی به عمق حدود ۳۰ کیلومتری پوسته می‌رسند، سرعت بیشتری می‌یابند. او چنین نتیجه گرفت که در این عمق باید مرزی میان دو نوع ماده‌ی مختلف وجود داشته باشد. او این مرز را میان پوسته و گوشته زمین می‌دانست، که امروزه ناپیوستگی موهورووبچیچ یا به اختصار، موهو نامیده می‌شود.

▼ تاریخچه‌ی پیدایش زمین
زمین حدود ۴۶۰۰ میلیون سال پیش تشکیل شد. زمین و اجزای دیگر موجود در منظومه‌ی شمسی از بقایای موادی تشکیل شده‌اند که خورشید را می‌سازد. سطح زمین در طول زمان تغییرات زیادی را به خود دید؛ که پیدایش قاره‌ها، اقیانوس‌ها، اتمسفر و حیات، از آن جمله‌اند.



▲ تجمع
ذرات ریز سنگ، غبار و گازهایی که در فضا پراکنده بودند تحت تأثیر نیروی گرانشی که میان آن‌ها به‌وجود آمد، دور هم جمع شدند و طبق همین فرآیند در طول میلیون‌ها سال کره‌ی زمین شکل گرفت.

اتمسفر مه‌آلود
در حال تشکیل

گرم و سرد شدن ◄
فشار عظیم در هسته‌ی زمین گرمای زیادی را به‌وجود آورد که سنگ‌ها را درون هسته به‌حالت مذاب و خمیری درآورد. تا صدها میلیون سال، سطح زمین توسط شهاب سنگ‌هایی که از فضا می‌آمدند، بمباران می‌شد. حدود ۴۲۰۰ میلیون سال قبل، سطح زمین سرد شد و پوسته‌های جامد و سنگی شکل گرفت.



لایه‌های رسوبی

نوارهای سنگی
محتوی اکسید آهن

▲ اقیانوس‌ها و اتمسفر
اتمسفر اولیه‌ی زمین شامل گازهای آتش‌فشانی بود که بارندگی‌هایی را سبب شدند. آبی که به این ترتیب تولید شد، از ۳۵۰۰ میلیون سال قبل به این طرف، کم کم اقیانوس‌ها را پدید آورد. همزمان، قاره‌ها هم در حال تشکیل بودند. جانداران ساده‌ی ساکن اقیانوس‌های اولیه، اکسیژن تولید کردند و آن را به اتمسفر فرستادند.

▲ دلیل وجود اقیانوس‌های قدیمی
نوارهای سنگی که در رشته کوه‌های همرسلی واقع در غرب استرالیا وجود دارند، قدمتی حدود ۲۰۰۰ میلیون سال دارند. این سنگ‌ها شواهدی از تاریخچه‌ی زمین را در خود دارند. لایه‌لایه بودن آن‌ها نشان می‌دهد که باید در کف اقیانوس‌هایی با همین قدمت تشکیل شده باشند. در سنگ‌های قرمز اکسیژن وجود دارد که قاعدتاً توسط جانداران ساده و فتوسنتز کننده‌ی ساکن آن آب‌ها حاصل آمده است.

زمین امروزی ◄
برش فرضی از کره‌ی زمین به دانشمندان نشان می‌دهد که جنس هسته، بیشتر از آهن و نیکل است، که در وسط جامد و در بخش بیرونی مذاب است. گوشته‌ی زمین از سنگ‌های خمیرمانند تشکیل شده و پوسته‌اش جامد است. داخل زمین هنوز بسیار داغ است. فرایندهایی چون حرکت ورقه‌های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین و فعالیت‌های کوه‌زایی و فرسایشی، در حال تغییر دایم چهره‌ی زمین‌اند.

▼ ساختار پوسته
ضخامت پوسته در زیر اقیانوس‌ها حدود ۷ کیلومتر است و از سنگ‌های جدیدتری در مقایسه با سنگ‌های سازنده‌ی پوسته تشکیل شده است. اما پوسته‌ی قاره‌ای بین ۲۵ تا ۹۰ کیلومتر ضخامت دارد. پوسته‌ی زمین بر روی بخش فوقانی گوشته، که خمیری شکل است، به حالت شناور قرار دارد و یکپارچه نیست، بلکه از چندین ورقه‌ی بزرگ تشکیل شده است که به آرامی نسبت به هم در حال جابه‌جایی‌اند.

ساختار زمین
earth's structure

اتمسفر

اقیانوس

پوسته‌ی اقیانوسی

پوسته‌ی قاره‌ای

ناپیوستگی موهو
مرز میان پوسته و گوشته

گوشته

لیتوسفر (سنگ کره)
سرد و سنگی

استنوسفر (نرم کره)
داغ و خمیری

برش بزرگنمایی شده‌ی پوسته

گوشته‌ی فوقانی از سنگ‌های نیمه مذاب تشکیل شده است

گوشته‌ی زیرین که حدود سه چهارم حجم زمین را تشکیل می‌دهد

هسته‌ی بیرونی
از سنگ‌های مذاب

هسته‌ی درونی جامد و تشکیل شده از آهن

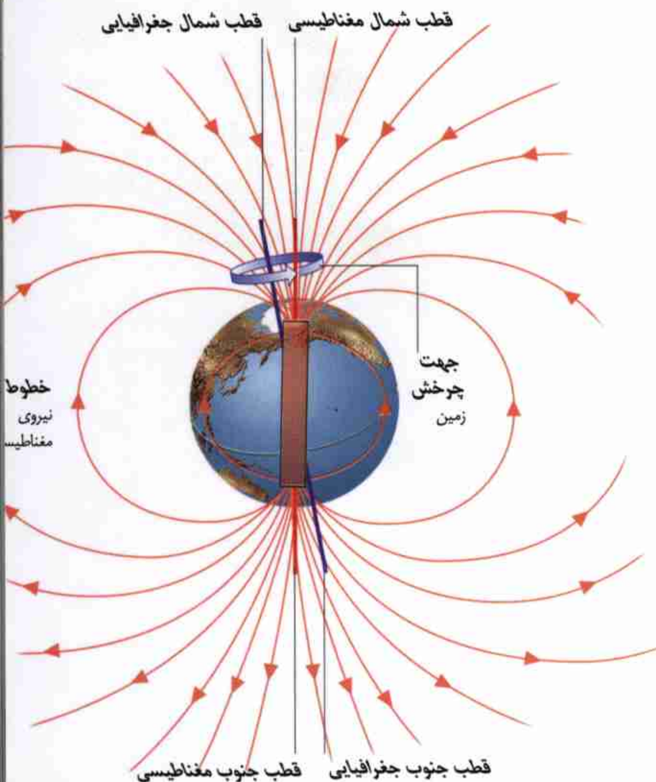
جریان‌های همرفتی
که در سنگ‌های گوشته به آرامی صورت می‌گیرند

پوسته‌ی قاره‌ای

پوسته‌ی اقیانوسی

مگنتوسفر

در اطراف کره‌ی زمین میدان مغناطیسی بزرگی قرار دارد که ارتفاعش بر فراز زمین به حدود ۶۰ هزار کیلومتر می‌رسد و در مجموع، مگنتوسفر یا کره‌ی مغناطیسی نامیده می‌شود. این لایه، زمین را در برابر تشعشات زیان‌آور خورشیدی محافظت می‌کند. قسمتی از بادهای خورشیدی که به‌صورت ذراتی از خورشید سرچشمه می‌گیرند و به اطراف پخش می‌شوند، وقتی به مگنتوسفر می‌رسند، جذب آن می‌شوند.



▲ میدان مغناطیسی زمین
در اطراف زمین هم مانند یک میله‌ی آهن‌ربا نوعی میدان مغناطیسی وجود دارد، طوری که به ظاهر چنین می‌نماید که آهنربای عظیمی در درون زمین و در جهت دو قطب آن قرار دارد. البته، بین قطبین مغناطیسی و جغرافیایی (محور زمین) زاویه‌ی کمی وجود دارد. دانشمندان عقیده دارند میدان مغناطیسی زمین حاصل وجود جریان‌های فلز مذاب موجود در هسته‌ی خارجی زمین است که گاه‌گاه جهت آن وارونه می‌شود و سپس دوباره به حالت اولیه برمی‌گردد.

ویلیام گیلبرت
انگلیسی، ۱۵۴۴-۱۶۰۳
گیلبرت پزشک مخصوص الیزابت اول، ملکه‌ی انگلیس بود. او نخستین کسی بود که متوجه شد کره‌ی زمین هم مانند یک میله‌ی آهن ربا، خاصیت مغناطیسی دارد. او این ادعای خود را با مقایسه‌ی جهت و مقدار انحراف عقربه‌ی قطب‌نما در محیط باز و قرار دادن آن در کنار کره‌ای که به شکل زمین ساخته شده و یک میله آهنربا در درونش وجود داشت ثابت کرد.



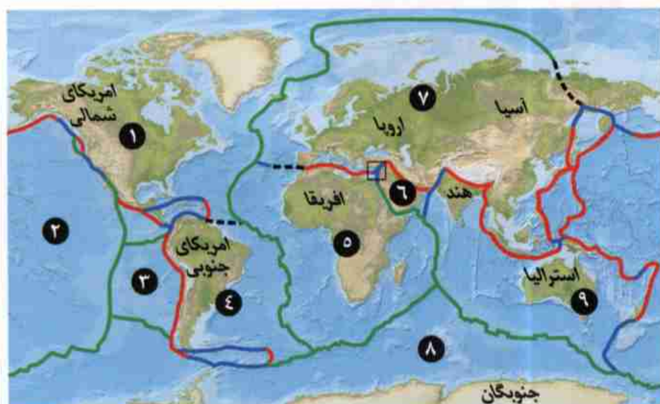
نیز نگاه کنید به ◀◀ زمین ساخت ورقی ۲۰۸-۲۰۹ ● چرخه‌ی سنگ ۲۱۷ ● سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ ● فرسایش ۲۲۲-۲۲۳

زمین‌ساخت ورقی

دانشمندان عقیده دارند که پوسته‌ی خارجی زمین یکپارچه نیست و از مجموعه ورقه‌های عظیمی تشکیل شده که مانند اجزای جورچین در بریدگی کناره‌ها با هم هماهنگی دارند. به این قطعات ورقه‌های زمین‌ساختی می‌گویند. بر اساس نظریه‌ی زمین‌ساخت ورقی، که در دهه‌ی ۱۹۷۰ ارائه شد، این ورقه‌ها همانند قایق‌هایی بر روی ماده‌ی نرم و خمیری زیر خود به‌آرامی در حال جابه‌جایی هستند و قاره‌ها را نیز به همراه می‌برند. این ورقه‌ها در اصل، اجزای جدا شده‌ی یک **اَبَر قاره‌**ی قدیمی هستند.

پوسته‌ی شکاف خورده‌ی زمین

پوسته‌ی زمین، از ۷ ورقه‌ی عظیم و حدود ۱۲ ورقه‌ی کوچکتر تشکیل شده است. بسیاری از دانشمندان معتقدند که عامل به حرکت درآورنده‌ی ورقه‌ها، جریان‌های همرفتی آرامی است که در گوشته‌ی زمین صورت می‌گیرد. بعضی از ورقه‌ها در ضمن جابه‌جایی به هم نزدیک می‌شوند و به هم برخورد می‌کنند. برخی از کنار هم عبور می‌کنند و به هم می‌سایند و بعضی در حال دور شدن از یکدیگرند.



کلید راهنما

نزدیک شونده
دور شونده
لغزشی
نامعلوم

نام ورقه‌ها

۱ امریکای شمالی
۲ اقیانوس آرام
۳ نازکا
۴ امریکای جنوبی
۵ افریقا
۶ عربستان
۷ اوراسیا
۸ جنوبگان
۹ هند و استرالیا

مرز میان ورقه‌های افریقا و عربستان

◄ گسل‌های دورشونده
حاصل حرکات ورقه‌های سازنده‌ی پوسته در بعضی از نقاط، تشکیل گسل‌هایی است که در محل دریای سرخ نمونه‌ای از آن را مشاهده می‌کنیم. در این محل، دو ورقه‌ی افریقا و عربستان در حال دور شدن از هم هستند و در نتیجه، مقداری ماگما (ماده‌ی مذاب) از درون زمین خارج می‌شود تا شکاف پدید آمده را پر کند. بنابر این، در چنین محلی، پوسته‌ی جدیدی برای زمین تشکیل می‌شود و عرض دریای سرخ را زیادتر می‌کند. امروزه عرض این دریا حدود ۳۰۰ کیلومتر است، اما ممکن است روزی، همین دریا مبدل به اقیانوسی مشابه اقیانوس اطلس شود.

مرز میان ورقه افریقا و عربستان در محل دریای سرخ



رشته میان اقیانوسی محل خروج ماگما از بستر اقیانوس

درازگودال در محل برخورد دو ورقه‌ی اقیانوسی

تشکیل رشته کوه در محل برخورد ورقه‌ی اقیانوسی و قاره‌ای

گسل دگرشکلی جایی که ورقه‌ها در کنار هم می‌لغزند

آتش فشان هایی که بالای نقطه‌ی داغ در بستر اقیانوس تشکیل شده‌اند به شکل جزیره سر از آب بیرون می‌آورند

منطقه‌ی فرو رانش

گوشته‌ی داغ و محل تشکیل ماگما

توده‌ی ماگما بالا می‌آید و نقطه‌ی داغ را تشکیل می‌دهد

حاشیه‌ی ورقه‌ی اقیانوسی با فرورفتن در گوشته داغ و مذاب می‌شود

مخزن ماگما

استنوسفر نرم کره یا بخش نرم بالای گوشته

لیتوسفر سنگ کره (پوسته و بالاترین لایه‌ی گوشته)

مرز ورقه‌ها ◄
در جایی که دو ورقه‌ی سازنده‌ی پوسته و بخشی از گوشته‌ی فوقانی (که در مجموع لیتوسفر نام دارد)، از هم دور شوند، چنان که در کف اقیانوس‌ها این اتفاق می‌افتد، گفته می‌شود که بستر اقیانوس در حال گسترش است. اما در بعضی از کناره‌های اقیانوس‌ها که دو ورقه به هم نزدیک می‌شوند، یک ورقه به زیر ورقه‌ی دیگر فرو می‌رود و کناره‌ی آن در درون زمین ذوب می‌شود و از بین می‌رود.

اَبَرقاره

شکل کناره‌ی شرقی آمریکای جنوبی و کناره‌ی غربی آفریقا بسیار به هم شبیه است، طوری که می‌توانند مثل قطعات جورچین در یکدیگر قفل شوند. وجود شباهت‌های بسیار در نوع فسیل‌ها و جنس سنگ‌های سازنده‌ی دو کناره، از جمله شواهدی است که نشان می‌دهد در گذشته‌های دور، این قاره‌ها به هم متصل بودند و اجزای یک قاره‌ی بسیار بزرگ به نام پانگه‌آ را تشکیل می‌دادند که بعدها تجزیه شد و چند قاره‌ی کوچکتر را پدید آورد.



آلفرد وگنر
آلمانی، ۱۸۸۰ – ۱۹۳۰
وگنر ژئوفیزیکدان و هواشناس، برای نخستین بار در سال ۱۹۱۵ نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها را عنوان کرد. او معتقد بود که قاره‌ها روزی به هم متصل بوده‌اند؛ و وجود قاره‌ی واحد پانگه‌آ را نیز او عنوان کرد. وگنر در جزیره‌ی اسپیتزبرگن امروزی، فسیل سرخس‌های گرمسیری را یافت. این یافته نشان می‌داد که این جزیره‌ی سردسیری، باید روزی در منطقه‌ی گرمسیر قرار داشته باشد. البته، نظریه‌های وگنر، تا دهه‌ی ۱۹۶۰ مورد پذیرش بیشتر زمین‌شناسان نبود.



۲۵۰ میلیون سال پیش قاره‌ها اجزای پانگه‌آ را تشکیل می‌دادند

پانگه‌آ ◄
حدود ۳۰۰ میلیون سال پیش، ورقه‌های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین کنار هم قرار داشتند و قاره‌ی بسیار بزرگ و واحدی به نام پانگه‌آ (به معنای همه‌ی خشکی‌ها) را تشکیل می‌دادند. این خشکی را اقیانوس وسیعی به نام پانتالاسا احاطه می‌کرد. اما سر انجام، حدود ۱۰۰ میلیون سال پیش، پانگه‌آ شروع به تجزیه شدن کرد.



تتیس

۱۴۵ میلیون سال پیش قاره‌ها آرام آرام از هم دور شدند

جابه‌جایی قاره‌ها ◄
شاخه‌ای از دریای قدیمی تتیس با نفوذ در میان پانگه‌آ، آن را به دو نیمه کرد که یک نیمه‌ی خشکی واقع در نیمکره‌ی شمالی بود، و نیمه‌ی دوم قاره‌های واقع در نیمکره‌ی جنوبی امروزی را شامل می‌شد.





امروزه قاره‌ها همچنان در حرکتند

قاره‌های امروزی ◄
با ادامه‌ی جابه‌جایی ورقه‌ها، آن دو قطعه‌ی خشکی بزرگ هم تجزیه شدند و قاره‌های امروزی را پدید آوردند که به آرامی در جایگاه امروزی خود قرار گرفتند. سرعت جابه‌جایی قاره‌ها نسبت به یکدیگر حدود چند سانتیمتر در سال است.

گسترش بستر اقیانوس

رشته کوه‌های کف اقیانوس‌ها به مراتب بلندتر و طولانی‌تر از کوه‌های روی خشکی‌ها است. در محل این رشته کوه‌های اقیانوسی، ورقه‌ها در حال دور شدن از یکدیگرند و از شکاف‌های موجود در بستر اقیانوس، ماگما خارج می‌شود. نمونه‌ی سنگ‌هایی که در دهه ۱۹۶۰ از بستر اقیانوس اطلس برداشته شد، نشان داد که جوان‌ترین سنگ‌ها به مرکز این رشته‌ی میان‌اقیانوسی نزدیکند و آن‌هایی که قدیمی‌ترند رو به دو طرف و دورتر از مرکز قرار دارند. با تشکیل سنگ‌های جدید، سنگ‌های قدیمی‌تر به دو طرف رانده می‌شوند و در نتیجه، بستر اقیانوس گسترش می‌یابد.

شکاف میان‌اقیانوسی ◄
در محل رشته‌ی میان‌اقیانوسی، که دو ورقه‌ی مجاور از هم دور می‌شوند، شکافی مانند آنچه در این تصویر (کف اقیانوس آرام) مشاهده می‌شود، در بستر اقیانوس پدید آمده است. آب دریا که از طریق این شکاف به درون زمین نفوذ می‌کند، تحت تأثیر ماگمای در حال بالا آمدن داغ می‌شود، کانی‌هایی را در خود حل می‌کند و به صورت دود تیره‌ای از بستر بالا می‌آید. سخت‌پوستان ساکن این حوالی، از جانداران ذره‌بینی فراوان ساکن این محیط تغذیه می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ساختار زمین ۲۰۶-۲۰۷ ● زمین لرزه ۲۱۰-۲۱۱ ● چرخه‌ی سنگ ۲۱۷ ● بستر اقیانوس ۲۳۰

زمین‌لرزه

زمین‌لرزه حاصل حرکات ورقه‌های زمین‌ساختی بزرگی است که پوسته را تشکیل می‌دهند. علم مطالعه‌ی زمین‌لرزه را **لرزه‌شناسی** می‌گویند. محل وقوع بیشتر زمین‌لرزه‌ها در امتداد **گسل**‌هایی است که در مرز میان ورقه‌ها قرار دارند. در هر دقیقه، جایی از سطح زمین می‌لرزد، اما بیشتر این لرزش‌ها چنان خفیف هستند که کمتر کسی متوجه آن‌ها می‌شود. زمین‌لرزه‌های بزرگ، ساختمان‌ها و جاده‌ها را ویران می‌کنند.

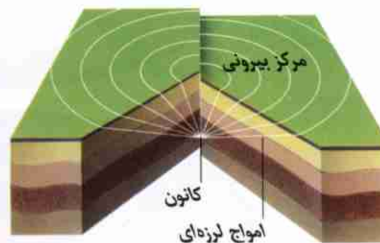
جاده‌ها و ساختمان‌ها خراب شده‌اند

وسایل نقلیه به پهلو می‌افتند

درختان ریشه‌کن می‌شوند

▲ خرابی ناشی از زمین‌لرزه

کشور ژاپن، به کناره‌ی ورقه‌ای اقیانوس آرام نزدیک است. در این کشور، زلزله زیاد اتفاق می‌افتد. در روز ۱۷ ژانویه سال ۱۹۹۵، زلزله‌ی بزرگی شهر کوبه را ویران کرد و ۵۴۰۰ نفر را کشت. در این زمان، قسمت‌های بزرگی از بزرگراه معروف هان‌شین فروریخت و خودروهای در حال حرکت به هر طرف پرتاب شدند. به علت شکستن لوله‌های گاز و نفت و پاره شدن سیم‌های برق، آتش‌سوزی‌های بزرگی هم رخ داد. زلزله در محل‌هایی می‌تواند باعث بروز زمین لغزه، راه افتادن بهمن، فعالیت آتش‌فشانی و موج‌های عظیمی به‌نام سونامی در اقیانوس‌ها شود.



▲ امواج لرزه‌ای

با حرکاتی که در ورقه‌ها صورت می‌گیرد، سنگ‌های موجود در محل، زیر فشار قرار می‌گیرند و زمانی که فشار وارده زیادتر از حد تحمل شود، سنگ‌ها می‌شکنند و جابه‌جا می‌شوند. امواج لرزه‌ای از محل ایجاد زلزله در درون زمین، که مرکز درونی (کانون) نامیده می‌شود، دایره‌وار رو به همه طرف منتشر می‌شوند. نزدیک‌ترین نقطه‌ی سطح زمین به کانون، که به مرکز بیرونی معروف است، بیشترین خرابی‌ها را دارد.



▶ ساختمان‌های ضدزلزله

زلزله‌های بزرگ چندین هزار نفر را می کشند. بیشتر کشته‌ها مربوط به ریزش ساختمان‌هایی است که استحکام کافی ندارند. در محل‌های زلزله‌خیز، ساختمان‌ها را می‌توان طوری بنا کرد که لرزش‌های شدید نیز به آن‌ها آسیبی نرسانند. این ساختمان بلند و هرمی شکل، دارای اسکلتی مثلثی از جنس فولاد و بتون است.

مناطق زلزله‌خیز زمین

زلزله ممکن است در هر جایی از زمین رخ دهد، اما محل بیشتر آن‌ها در مرز میان ورقه‌هاست. این نقشه نشان می‌دهد که رابطه‌ی نزدیکی میان محل وقوع زلزله‌ها و حاشیه‌ی ورقه‌ها وجود دارد. به ویژه، در مرزهای ورقه‌ی اقیانوس آرام، تعداد زلزله‌ها از هر جای دیگر زمین زیادتر است. این محل را به سبب فراوانی آتش‌فشان‌ها، حلقه‌ی آتش هم نامیده‌اند.



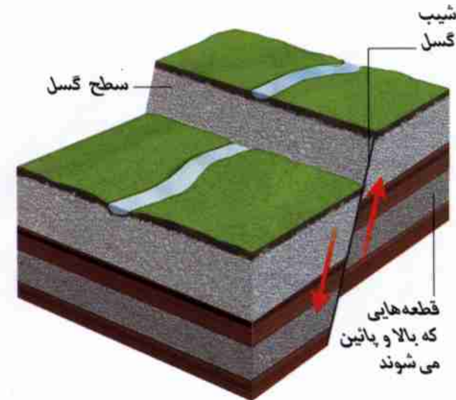
● کانون‌های زلزله

گسل

گسل عبارت از پیدایش شکاف عمیقی در لایه‌های سنگی است که علت اصلی آن هم حرکت ورقه است. در محل‌های فرورانش، یعنی جایی که دو ورقه به هم برخورد می‌کنند و یکی به زیر دیگری فرو می‌رود، زلزله‌ها کانون‌های عمیق دارند. در محل‌هایی هم که دو ورقه در امتداد هم می‌لغزند، زلزله‌هایی با کانون کم عمق اتفاق می‌افتد. در محل گسل، ممکن است مقدار جابه‌جایی لایه‌های سنگ فقط چند سانتیمتر باشد، اما این جابه‌جایی‌ها ممکن است در طول میلیون‌ها سال، زیاد شود و در گسل‌های حرکت قائم، به بیش از ۳۰ کیلومتر هم برسد.

خط گسل در الجزایر ◄
این گسل در زمین‌های اطراف شهری به نام العنام در کشور الجزایر و در طی دو زمین لرزه‌ای که در اکتبر سال ۱۹۸۰ در آنجا رخ داد، پدید آمد. در این سانحه، حدود ۸۰ درصد ساختمان‌های شهر خراب شد. در یک حرکت رو به بالای یک لایه در این گسل معکوس، قسمتی از زمین پیچ و تاب برداشت.

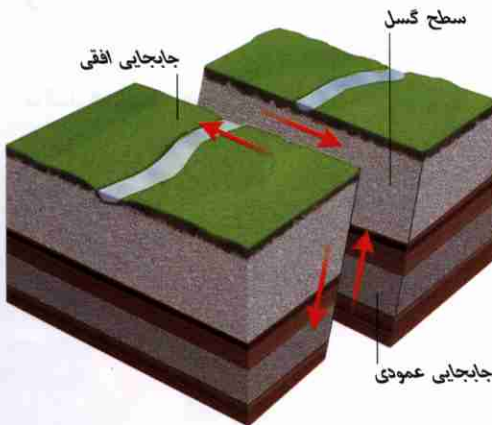




▲ گسل عادی
سنگ‌ها در دو طرف سطح گسل، بسته به زاویه‌ی سطح گسل، لغزش بالا به پایین یا پهلو به پهلو دارند. زاویه‌ای که سطح گسل با سطح افق تشکیل می‌دهد، به شیب گسل معروف است. در گسل‌های عادی یا معمولی، طبقات یک طرف سطح گسل، نسبت به طبقات طرف مخالف، در راستای سطح گسل به بالا یا پایین می‌لغزند.



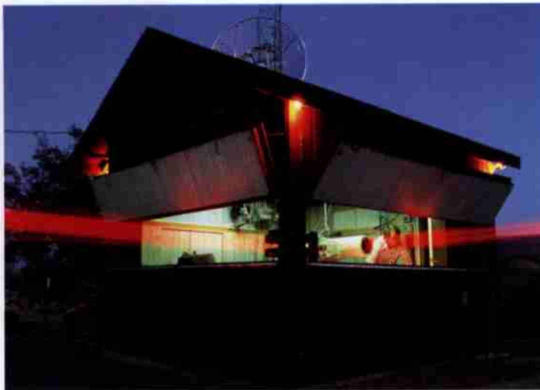
▲ گسل معکوس
در گسل‌های معکوس، برخلاف گسل‌های عادی، به واسطه‌ی فشار یک لایه بر لایه‌ی دیگر، جابه‌جایی عمودی همراه با فشار است و لایه‌ها بر روی همدیگر می‌لغزند. در این گسل‌ها اگر شیب گسل زاویه‌ی ۴۵ درجه یا کمتر داشته باشد، آن را گسل معکوس می‌گویند.



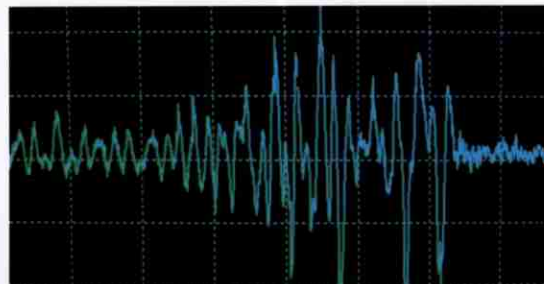
▲ گسل مایل
در یک گسل ضربه‌ای لغزشی، لایه‌ها با سایش به یکدیگر، به پهلوها می‌لغزند. گسل سن آندریاس در سواحل غربی آمریکای شمالی نمونه‌ای از این گونه گسل‌ها است. لایه‌ها در یک گسل مایل با سایش به یکدیگر از کنار هم می‌گذرند و در حرکت مورب خود جابه‌جایی عمودی هم دارند.

لرزه‌شناسی

لرزه‌شناسان، زمین لرزه‌ها را بررسی می‌کنند و به رفتار امواج زلزله‌ای می‌پردازند که از درون زمین می‌گذرند. هدف آنان همچنین بررسی ساختمان درونی زمین است. ابزارهایی به نام لرزه‌نگار، شدت امواج زلزله را اندازه می‌گیرند. بزرگی یک زمین لرزه را می‌توان از روی دامنه‌ی این امواج، در مقیاس ریشتر، یا مقدار خرابی‌های حاصل، در مقیاس مرکالی، تعیین کرد. جلوی بروز زلزله را نمی‌توان گرفت و هنوز روش مطمئنی برای پیش‌بینی آن نیز پیدا نشده است.



▲ ردیابی لرزش‌ها
در نقطه‌ای از ایالت کالیفرنیای آمریکا، برای ردیابی لرزش‌های بسیار خفیف زمین در امتداد گسل بزرگی که در این ایالت وجود دارد، از لیزر استفاده می‌شود. معمولاً قبل از بروز زلزله‌های شدید، این قبیل لرزش‌های خفیف اتفاق می‌افتند. با استفاده از این امواج مقدار جابه‌جایی سنگ‌ها در امتداد سطح گسل نیز با دقت بسیار اندازه‌گیری می‌شود.



لرزه نگاشت ◄
این امواج مربوط به زلزله‌ی شهر کوبه در ژاپن است و یک دستگاه لرزه نگار آن‌ها را ثبت کرده است. در این دستگاه، وزنه‌ی سنگینی که مستقل از حرکات زمین رفتار می‌کند، قلمی را بر روی کاغذی که دور استوانه‌ای پیچیده شده و همواره در حال دوران است، ثابت نگه می‌دارد. در لحظات بروز زلزله، استوانه و کاغذ به حرکت در می‌آیند، اما قلم و وزنه، ساکن می‌مانند و در نتیجه، امواج توسط قلم بر روی کاغذ رسم می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ساختار زمین ۲۰۶-۲۰۷ • زمین‌ساخت ورقی ۲۰۸-۲۰۹ • کوه‌زایی ۲۱۴-۲۱۵

آتش‌فشان

آتش‌فشان به دهانه یا شکافی گفته می‌شود که در زمین پدید می‌آید و از محل آن، ماگما (سنگ‌های مذاب) به همراه گاز، خاکستر و قطعات سنگ جامد به بیرون فوران می‌کند. فعالیت‌های آتش‌فشانی را بیشتر در محل حاشیه‌ی ورقه‌های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین می‌توان مشاهده کرد. حاصل این فعالیت‌ها ایجاد کوه‌هایی است که شکل مخروط آن‌ها بستگی به نوع فوران و ساختمان زمین در آن محل دارد. در اثر گرم شدن آب‌های زیرزمینی توسط ماگما، **فعالیت هیدروترمال** (گرمابی) رخ می‌دهد.

ابرهای دارای خاکستر، بخار آب و گاز به هوا می‌روند

توده‌ی گازهای سمی

شکاف آتش‌فشانی

گدازه‌های سد شده

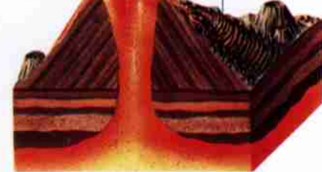
▶ مخروط سپری

ماگمایی که به سطح زمین می‌رسد، گدازه نامیده می‌شود. در آتش‌فشان‌های سپری شکل، چون گدازه‌ها حالت روان دارند، تا مسافت زیادی از محل دهانه دور می‌شوند و در نتیجه، مخروطی پهن و سپر مانند را پدید می‌آورند. ماگما، قبل از بالا آمدن و رسیدن به دهانه در محفظه‌ای در زیرزمین تشکیل می‌شود که به آن اتاق ماگما می‌گویند.



▶ مخروط گنبدی

این نوع مخروط‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که گدازه‌های خارج شده از دهانه‌ی آن‌ها غلیظ باشد. چنین گدازه‌هایی به سرعت منجمد می‌شوند و مخروط گنبد مانندی را پدید می‌آورند. با فوران‌های بعدی لایه‌های دیگری به این مخروط‌ها اضافه می‌شود. گاهی، فرو ریختن قسمتی از مواد اطراف دهانه، جریان‌های خطر آفرینی موسوم به پیروکلاستیک را به سمت دامنه به وجود می‌آورد که بسیار داغند، سرعت زیاد دارند و مخلوطی از گاز و مواد جامدند.



▶ مخروط مرکب

چنین آتش‌فشان‌هایی از لایه‌های متناوب خاکستر و گدازه تشکیل می‌شوند. ماگمای غلیظ آن‌ها حالت روان ندارد و زیاد از دهانه دور نمی‌شود. در این قبیل کوه‌ها، معمولاً یک دامنه‌ی اصلی وجود دارد که در انتهای مجرای دودکش مانندی که از اتاق ماگما آغاز می‌شود، قرار می‌گیرد. در اطراف این نوع کوه‌ها، معمولاً چند دامنه‌ی فرعی هم وجود دارد. آتش‌فشان دماوند، از این نوع است.

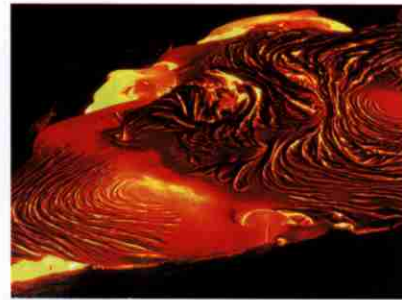


▲ فعالیت کوه سنت‌هلن

کوه سنت‌هلن، واقع در ایالت واشینگتن آمریکا، در ماه مه ۱۹۸۰ با انفجار شدیدی فعال شد. قبل از فعال شدن هم مقدار زیادی گاز و ماگما اتاق زیرین را پُر کرد و مخلوطی قابل انفجار پدید آمد که پوششی از گدازه جلوی خروجش را می‌گرفت. اما بروز یک زلزله امکان آزاد شدن این مخلوط را فراهم آورد و خاکستر و سنگ فراوانی از دهانه‌ی منفجر شده‌ی کوه، به صورت بهمن به سمت پایین سرازیر شد که تا ۴ روز ادامه یافت و ۵۷ نفر را کشت.

فعالیت‌های هیدروترمال

واژه‌ی هیدروترمال از دو کلمه‌ی یونانی هیدرو (آب) و ترمال (گرما) گرفته شده است. در محل‌های آتش‌فشانی، از ترکیب آب و گرما در زیر زمین، نتایج جالبی حاصل می‌آید. در بستر بعضی از اقیانوس‌ها با ورود آب دریا به درون شکاف‌های موجود و آمیخته شدن آن با ماگمای داغ، ستون‌های دود مانند غلیظی از آب داغ تشکیل می‌شود که محتوی گازها و کانی‌های زیاد است. از جمله فعالیت‌های هیدروترمال بر روی زمین می‌توان به چشمه‌های آب داغ، آبفشان‌ها و گل‌فشان‌هایی اشاره کرد {که در اطراف تفتان در بلوچستان و در آذربایجان نظایر آن‌ها را می‌توان یافت}.



▶ **گدازه‌ی پاهوئه‌هوئه**
ماگما زمانی تشکیل می‌شود که قسمتی از سنگ‌های واقع در زیر یا درون پوسته ذوب می‌شوند و به سمت دهانه‌ی کوه آتش‌فشان به راه می‌افتند. این گدازه‌ها به شکل‌های مختلفی جامد می‌شوند که نوع روان آن‌ها پس از جامد شدن، سطحی صاف و صیقلی را پدید می‌آورد که گدازه هنوز در زیر آن حالت مایع دارد. مردم هاوایی به این گدازه‌ها که گاهی به شکل حلقه‌های طناب چین می‌خورند، «پاهوئه‌هوئه» می‌گویند.



▶ **گدازه‌ی AA**
این نوع گدازه، برخلاف نوع پاهوئه هوئه، سطح ناهمواری دارد که به سختی می‌توان بر روی آن راه رفت. این سنگ‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که گدازه غلیظ و کم سرعت، ضمن منجمد شدن، از سطح ترک برمی‌دارد و کناره‌های تیزی می‌یابد. ارتفاع گدازه‌های نوع AA ممکن است تا ۱۰۰ متر هم برسد. این نام (با تلفظ آه آه) را نیز مردم هاوایی به این گدازه‌ها داده‌اند.

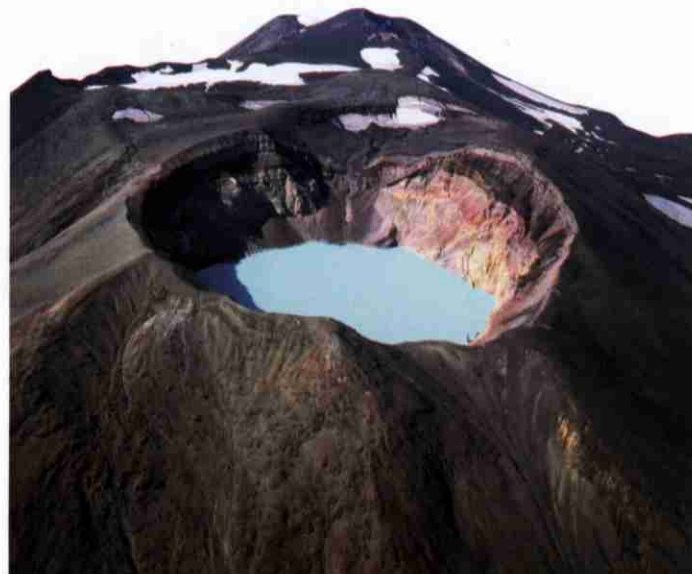


▲ **قبل از فوران**
قبل از سال ۱۹۹۵، جزیره‌ی کوچک مونت سرا، در دریای کارائیب، جاذبه‌ی گردشگری زیادی داشت. آتش‌فشان واقع در این جزیره هم به مدت ۴۰۰ سال همچنان غیرفعال مانده بود. فعالیت‌های آتش‌فشانی معمولاً خرابی‌های زیادی به‌بار می‌آورند و مزارع و علفزارها را در فاصله‌ی چند ساعت به زمین‌های بی‌مصرف و خشک تبدیل می‌کنند. با این حال، چون مواد آتش‌فشانی در طول زمان تبدیل به خاک‌های زراعی حاصلخیزی می‌شوند، مردمان ترجیح می‌دهند که همچنان در دامنه این کوه‌ها ساکن باشند.



▲ **بعد از فوران**
در سال ۱۹۹۵، آتش‌فشان جزیره‌ی مونت سرا فعال شد و تا چند سال به فعالیت خود ادامه داد. وقتی برف و باران با خاکستر و گدازه‌های آتش‌فشانی آمیخته شود، گلی پدید می‌آید که با سرعت زیاد در شیب کوه به راه می‌افتد و روی همه چیز را در مسیر خود می‌پوشاند. نظیر این اتفاق در شهر پلیموت، در همان جزیره، رخ داد و لایه‌ای از گل به قطر ۲ متر همه جا را پوشاند. بیشتر ساکنان جزیره ناچار به ترک آن شدند.





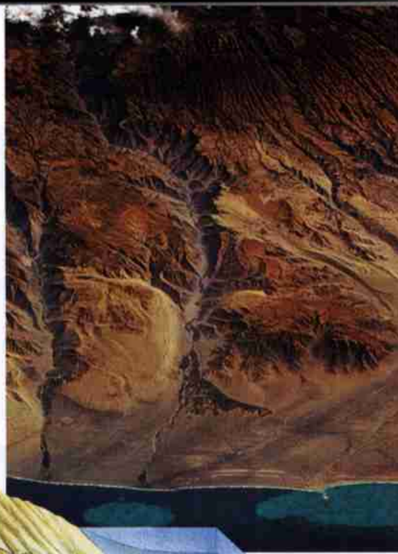
▶ **دریاچه‌ی دهانه‌ای**
آب درون این دریاچه واقع در شبه‌جزیره‌ی کامچاتکا در روسیه، به علت دارا بودن املاح مختلف آبی رنگ است. در دهانه‌ی بسیاری از کوه‌های آتش‌فشان، چنین فرورفتگی‌هایی به علت وقوع انفجار تشکیل می‌شود. گاهی نیز قسمتی از دهانه‌ی مخروط به درون اتاق ماگمای زیرین که خالی مانده، فرو می‌ریزد و حفره‌ای به نام کالدرا را در قله‌ی کوه باقی می‌گذارد، بعدها آب باران در این حفره جمع می‌شود.

▲ **آبفشان**
این آبفشان در پارک معروف یلوستون آمریکا قرار دارد و آب داغ همراه با بخار را تا ارتفاع زیادی به آسمان می‌فرستد. آبفشان زمانی تشکیل می‌شود که آب در زیر زمین توسط سنگ‌های داغ اطراف، جوش بیاید. در این حال، مقدار زیادی بخار ایجاد می‌شود که با فشار خود، آب را از طریق سوراخ موجود، به سطح زمین می‌فرستد. با کم شدن فشار، این فوران هم تا تکرار مرحله بعدی، متوقف می‌ماند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ ساختار زمین ۲۰۶-۲۰۷ • زمین‌ساخت ورقی ۲۰۸-۲۰۹ • چرخه‌ی سنگ ۲۱۷ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹

کوه‌زایی

زمانی که لایه‌های سنگی تحت تأثیر جنبش‌هایی که در ورقه‌های سازنده‌ی پوسته صورت می‌گیرد تحت فشار قرار گیرند، به سمت بالا رانده می‌شوند و کوه‌ها را پدید می‌آورند. این سنگ‌ها که تحت تأثیر فشارهای جانبی برجستگی می‌یابند، **چین‌خوردگی**‌ها و یا کوه‌های **گسلی** را تشکیل می‌دهند. البته، فوران‌های آتش‌فشانی هم کوه‌های مخروطی‌شکلی را به‌وجود می‌آورند. از زمان پیدایش زمین تاکنون، بارها رشته کوه‌هایی پدید آمده و سپس فرسایش یافته و از میان رفته‌اند.



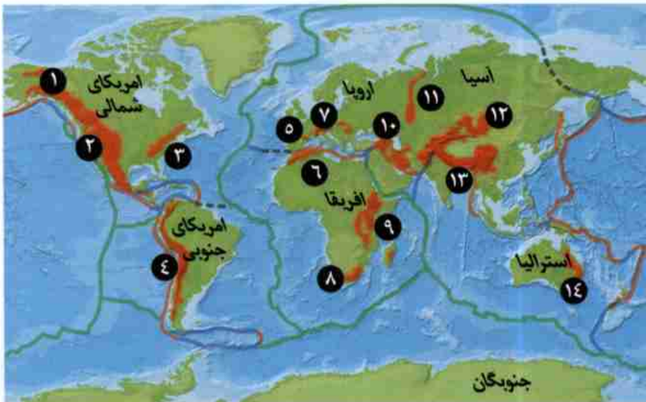
◄ کوه‌های آند
کوه‌های آند، طولانی‌ترین رشته‌کوه‌های روی زمین، در حاشیه‌ی غربی آمریکای جنوبی قرار دارند. در این محل دو ورقه‌ی زمین ساختی به هم برخورد دارند. این کوه‌ها هنوز هم به میزان ۱۰ سانتی‌متر در هر قرن در حال ارتفاع گرفتن هستند.



▲ برخورد ورقه‌های نزدیک‌شونده
در جایی که دو ورقه‌ی سازنده‌ی پوسته به هم برخورد کنند، در حاشیه‌ی آن‌ها چین خوردگی‌هایی به‌وجود می‌آید. در محل برخورد ورقه‌ی اقیانوسی با ورقه‌ی قاره‌ای منطقه‌ی فرورانش تشکیل می‌شود. در این منطقه، ورقه‌ی نازکتر، اما سنگین‌تر اقیانوسی به آرامی زیر ورقه‌ی قاره‌ای قطورتر می‌رود و در نتیجه، چین خوردگی‌هایی در حاشیه‌ی ورقه‌ی قاره‌ای پدید می‌آید. لبه‌ی ورقه‌ی اقیانوسی هم در درون زمین ذوب می‌شود و ماگماهایی را ایجاد می‌کند که اگر به‌سمت سطح زمین بیایند، آتش‌فشان‌ها را می‌سازند.

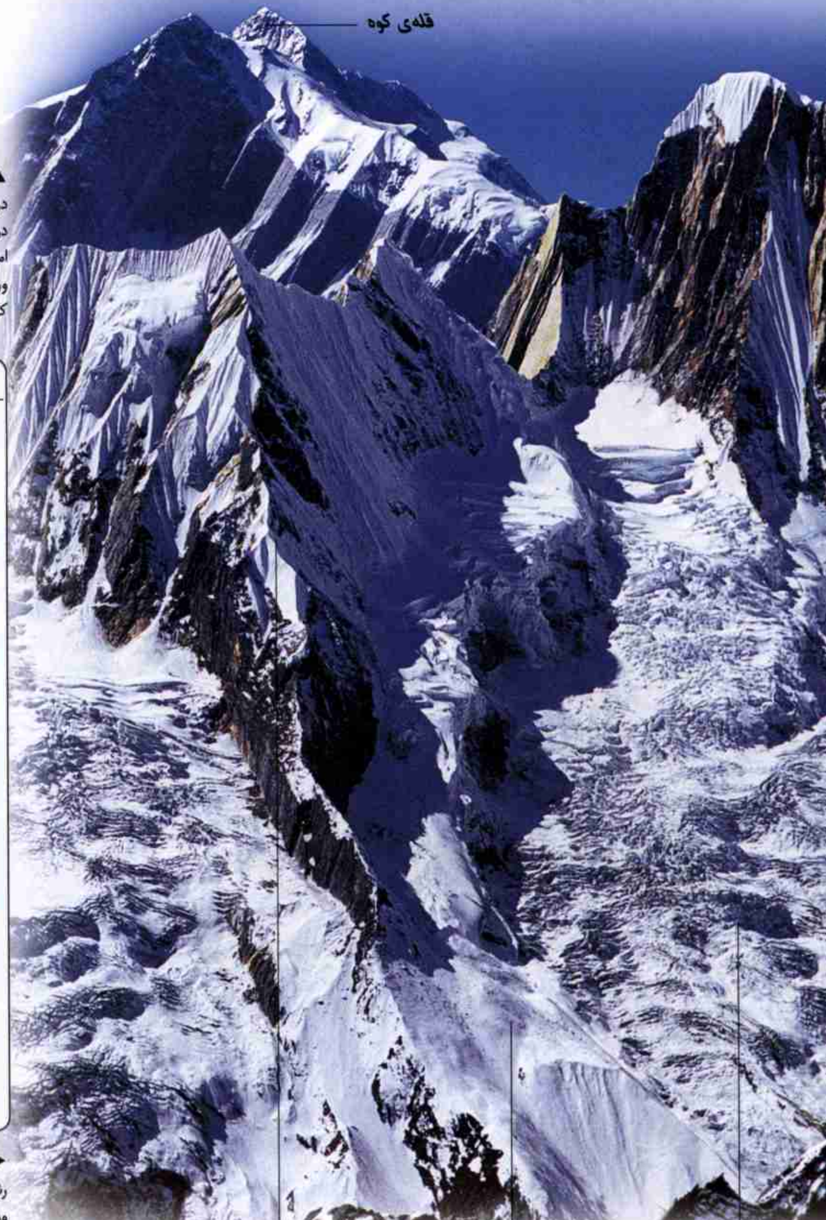
رشته‌کوه‌های بزرگ زمین

رشته‌کوه‌های بزرگی چون آند، هیمالیا و آلپ در حاشیه‌ی دو ورقه‌ای به‌وجود آمده‌اند که به هم برخورد کرده‌اند. این رشته کوه‌ها که در فاصله‌ی چند صد میلیون سال گذشته تشکیل شده‌اند، جوان محسوب می‌شوند. در این نقشه، خطوط کمرنگی را هم می‌بینید که محل فعالیت آتش‌فشان‌های زیردریایی است. حاصل بعضی از این فعالیت‌ها، تشکیل جزایر آتش‌فشانی بوده است.



رشته کوه‌های اصلی

- ۱ آلاسکا
- ۲ راکی
- ۳ آپالاش
- ۴ آند
- ۵ پیرنه
- ۶ اطلس
- ۷ آلپ
- ۸ دریکنزنبرگ
- ۹ اتیوپی
- ۱۰ قفقاز
- ۱۱ اورال
- ۱۲ تین شان
- ۱۳ هیمالیا
- ۱۴ استرالیا



◄ پیدایش هیمالیا
رشته کوه‌های چین‌خورده‌ی هیمالیا نتیجه‌ی برخورد دو ورقه‌ی هندوستان و آسیا است. ورقه‌ی هندوستان همچنان در حال فشار آوردن به ورقه‌ی آسیاست و تا کنون، فلات تبت را به ارتفاع بیش از ۵ کیلومتر بالا رانده است.

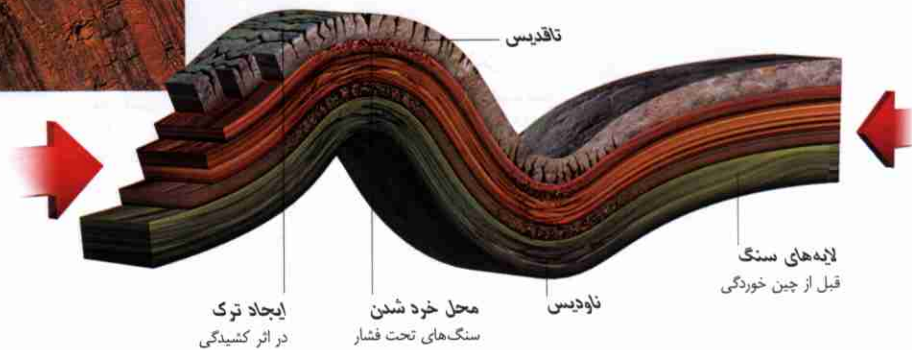
تشکیل چین‌خوردگی

زمانی که از پهلو و رو به داخل به لایه‌های رسوبی فشاری مداوم و آرام وارد شود، آن‌ها در طول زمان چین‌خوردگی می‌یابند. البته، سنگ‌ها هم مانند هر جسم جامدی، قابل فشرده‌شدن و کاهش حجم نیستند؛ بنابراین، با تحمل فشار یا تغییر شکل می‌دهند و یا خرد می‌شوند.



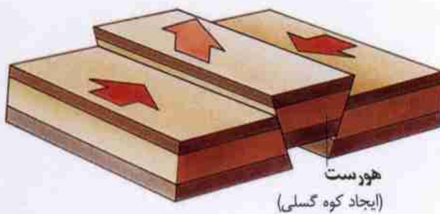
▲ **سنگ‌های چین‌خورده**
چین‌خوردگی‌ها را معمولاً در محل‌هایی می‌بینیم که فرایندهای فرسایشی یا جنبش‌های زمین آن‌ها را پدیدار کرده باشند. محل این چین خوردگی، غرب استرالیاست و قدمت آن را حدود ۳ میلیارد سال تعیین کرده‌اند و بنابر این جزو قدیمی‌ترین سنگ‌های روی زمین به‌حساب می‌آیند. نظیر این چین‌خوردگی‌ها را می‌توان به فراوانی در رشته کوه‌های البرز و زاگرس مشاهده کرد.

▼ **لایه‌های چین‌خورده**
معمولاً لایه‌های سنگی که چین‌خوردگی می‌یابند، از نوع رسوبی‌اند. این لایه‌ها بسته به قطری که دارند و مقدار فشاری که بر آن‌ها وارد می‌شود، به شکل‌های مختلفی چین می‌خورند و از حالت افقی اولیه در می‌آیند. چین‌خوردگی‌ها را اگر برآمده شده باشند تاقدیس و اگر فرو رفته باشند، ناودیس می‌نامند.

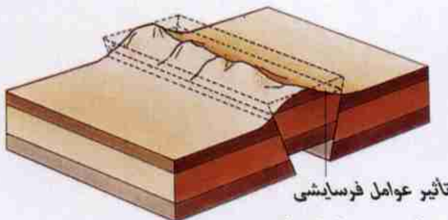


کوه‌های گسلی

کوه‌های گسلی زمانی تشکیل می‌شوند که لایه‌های سنگی در اثر فشاری که به آن‌ها وارد می‌شود شکسته شده و از حالت افقی در می‌آیند. به این قبیل شکستگی‌ها، گسل می‌گویند. توده‌های شکسته شده چون از زیر فشار آزاد می‌شوند، ممکن است نسبت به هم به بالا، پایین یا پهلوها بلغزند و حتی بر روی هم رانده شوند. ایجاد چنین تغییراتی در سنگ‌ها معمولاً به گذشت میلیون سال زمان نیاز دارد و در این مدت، لایه‌های سنگی کوه‌هایی به ارتفاع چند هزار متر را پدید می‌آورند.



▲ **طرز تشکیل کوه گسلی**
در این‌جا، لایه‌های سنگی از دو محل شکسته شده و سه قطعه را پدید آورده‌اند. در نتیجه‌ی تاثیر نیروهای درونی بر پوسته‌ی زمین، قطعه‌ی میانی برجستگی یافته و نوعی کوه را پدید آورده است که آن را هورست (کوهی با قله‌ی تخت و دامنه‌های پر شیب) می‌نامند.



▲ **فرسایش یک کوه گسلی**
بعد از پیدایش هر کوه، عوامل فرسایشی مختلف از قبیل آب، یخ و باد وارد عمل می‌شوند تا برآمدگی حاصل را تخریب کرده و مواد حاصل از آن را به درون فرورفتگی‌ها ببرند. فرایندهای فرسایشی همواره مایلند با تخریب بلندی‌ها و پر کردن فرورفتگی‌ها روی زمین را به سوی مسطح شدن پیش ببرند. در مقابل، عوامل و نیروهای درونی چون زلزله، آتش‌فشان و جنبش‌های کوه‌زایی، پوسته‌ی زمین را ناهموار می‌کنند. در هیچ زمانی نیز یکی از این دو نیروی مخالف بر دیگری پیروز نشده است.



▲ **حوضچه‌ها و رشته‌کوه‌ها**
در این تصویر، کوه‌های گسلی و مناطق نسبتاً مسطحی را می‌بینید. در میلیون‌ها سال پیش، بخش‌هایی از پوسته‌ی زمین تحت فشارهای مختلفی که به آن وارد می‌شد کشیدگی یافت، شکسته شده و از حالت افقی درآمد. قطعاتی به پایین لغزیدند و برخی بالا رفتند و کوه‌هایی را تشکیل دادند. برآمدگی‌ها در طول زمان فرسایش یافتند و مواد حاصل از تخریب آن‌ها را آب‌ها شستند و به درون فرورفتگی‌هایی بردند و در آن‌جا رسوب دادند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ زمین‌ساخت‌های ورقی ۲۰۸-۲۰۹ ● زلزله ۲۱۰-۲۱۱ ● سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ ● فرسایش ۲۲۲-۲۲۳

کانی‌ها

کانی‌ها مواد تشکیل دهنده‌ی سنگ‌های پوسته‌ی زمین هستند. از بین هزاران کانی مختلف موجود، تنها تعدادی از آن‌ها نظیر کوارتز، فلدسپات و کلسیت در سنگ‌ها فراوانند. کانی‌های خالص، مانند طلا و مس فقط از یک عنصر تشکیل شده‌اند. کانی‌های مرکب، مانند کوارتز، دو یا چند عنصر در ترکیب خود دارند. بیشتر کانی‌ها ساختمان **بلوری** دارند و می‌توان آن‌ها را براساس ویژگی‌هایشان دسته‌بندی کرد.



◄ تراس کلسیتی
این ایوان‌مانندهای سنگی و عجیب، که در اطراف چشمه‌های داغ و آتش‌فشانی پاماکول، واقع در ترکیه قرار دارند، از کانی‌های کلسیت ساخته شده‌اند. به این نوع سنگ‌ها تراورتن گفته می‌شود. این پدیده‌ها هنگامی تشکیل می‌شوند که آب‌های زیر زمینی، پس از گرم شدن بر اثر مجاورت با سنگ‌های داغ، سنگ‌ها را در خود حل می‌کنند و سپس، به سطح زمین می‌رسند. هنگامی که آب به‌تدریج و قطره قطره از برکه‌ای به برکه‌ی دیگر می‌ریزد و بخار می‌شود، آهک موجود در آن به‌صورت تراورتن رسوب می‌کند. سنگ آهک نیز از کانی‌های گروه کلسیت است.

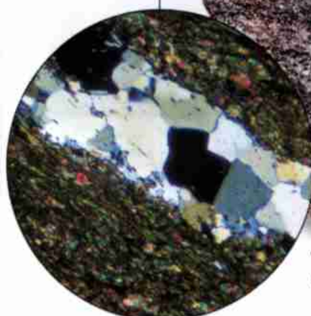
ویژگی کانی‌ها
رنگ، جلا و شکل ظاهری رنگ بلور کانی، شفافیت سطح آن (درخشندگی) و شکلی که مجموعه‌ای از بلورهای آن به‌وجود می‌آورند.
رنگ خاکه رنگی که کانی پس از ساییده شدن بر یک تکه کاشی بدون لعاب باقی می‌گذارد.
رخ (تورق) ترک‌های موجود در سطح کانی، که کانی به‌راحتی و با ضربه‌ی چکش در امتداد آن‌ها می‌شکنند.
سختی مقاومت کانی‌ها در برابر خراشیده شدن، که براساس مقیاس «موهس» از یک (طلق، بسیار نرم) تا ۱۰ (الماس، بسیار سخت) درجه بندی می‌شود.
شبکه‌ی تبلور شکل هندسی خاصی که بلور کانی به وجود می‌آورد. شش شبکه‌ی بلور وجود دارد.



▲ تشخیص کانی‌ها
اگر کانی به‌صورت بلورهایی بزرگ در سنگ وجود داشته باشد (مانند این بلورهای آمتیست) تشخیص آن آسان است. در این حالت رنگ، جلا، شکل ظاهری و شبکه‌ی بلوری کانی واضح‌تر دیده می‌شود. آمتیست دارای رنگ بنفش، جلای شیشه‌ای، رنگ خاکه‌ی سفید، سختی ۷ در مقیاس موهس و بلورهای شش ضلعی است.

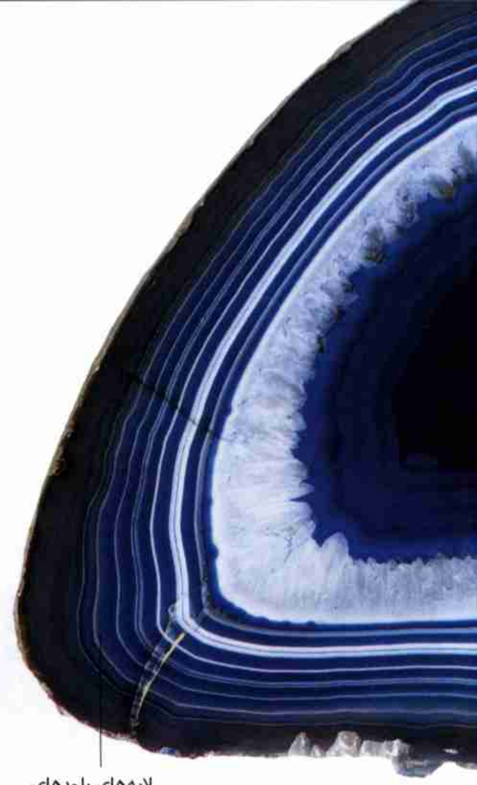
▼ کانی‌های سنگ‌ساز
کانی‌ها، اغلب به صورت دانه‌های بسیار ریزی در سنگ یافت می‌شوند. در این حالت، تشخیص کانی‌های موجود در سنگ، در مقایسه با هنگامی که آن‌ها به‌صورت بلورهایی بزرگ وجود دارند، دشوارتر است، زیرا این دانه‌ها اغلب بسیار کوچک و فاقد شکل‌های بلوری خاص هستند. یک روش برای مشاهده‌ی این گونه کانی‌ها، قرار دادن برش نازکی از سنگ، زیر میکروسکوپ در نور پلاریزه (قطبی شده) است. همان‌گونه که در تصویر زیر، در یک قطعه سنگ میکاشیست می‌بینید، کانی‌ها به رنگ‌های متفاوت ظاهر می‌شوند.




برشی از میکاشیست در زیر میکروسکوپ

بلورها

کانی‌ها اصولاً متبلورند؛ یعنی اتم‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها به شکلی منظم و هندسی در کنار هم قرار گرفته‌اند. با نگاه کردن به دانه‌های کانی موجود در سنگ‌ها، نمی‌توان متوجه این نظم شد، امّا بلورهایی که آزاد رشد می‌کنند همیشه دارای شکلی هندسی با وجه‌های صافند. بلورها اغلب متقارنند. تمام بلورها در یکی از شش شبکه‌ی تقارن شکل می‌گیرند، که توجه به آن‌ها، به تشخیص کانی کمک می‌کند.



لایه‌های بلورهای آبی و سفید

▲ **ژئودها**
ژئود حفره‌ای ایجاد شده در یک تکه سنگ است که با لایه‌های هم مرکزی از کانی و بلور پر شده است. این ژئود عقیق، که برش و صیقل داده شده، طرحی زیبا با لایه‌هایی هم مرکز ایجاد کرده است. هنگامی که آب محتوی کانی‌های حل‌شده و به درون شکاف سنگ‌ها جریان پیدا می‌کند، لایه‌های بلور از بیرون به سمت داخل تشکیل می‌شوند. ژئودها اغلب در گدازه‌ها یافت می‌شوند.

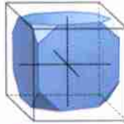


بلورهای گرونا

گرونای تراش خورده (سنگ قیمتی)

▲ **کانی‌های قیمتی**
جواهرات، مانند گرونا، بلورهایی موجود در سنگ هستند، که در جواهرسازی از آن‌ها استفاده می‌شود. جواهرات خام (تراش نخورده) پیش از استفاده، تراش و صیقل داده می‌شوند. رنگ‌های زیبا، سختی و کمیابی این نوع کانی‌ها سبب شده است که آن‌ها را سنگ‌های قیمتی بنامند. الماس، یاقوت سرخ، یاقوت کبود و زمرّد جزو گرانبهاترین جواهرات هستند.

شبکه‌های بلور



مکعبی
نمونه‌ها: الماس، فلوئوریت، گالن، گرونا، طلا، نمک (هالیت)، مانیتیت، پریت



اورتوبیک (خطی)
نمونه‌ها: آراگوئیت، باریت، سلستین، کریزد و بریل، الیوین، گوگرد، توپاز



هگزاگونال، تریگونال
نمونه ها: بریل، کلسیت، گرافیت، هماتیت، کوارتز (مانند آمیتمت)، یاقوت سرخ، یاقوت کبود، تورمالین



تتراگونال
نمونه‌ها: کاسیستریت (یک نوع اکسید قلع)، روتیل (یک نوع اکسید تیتانیوم) وسوپانیت زیرکن



تری کلینیک
نمونه‌ها: زمرد، کائولی‌نیت، کیانیت، لابرادوریت، ولاستونیت

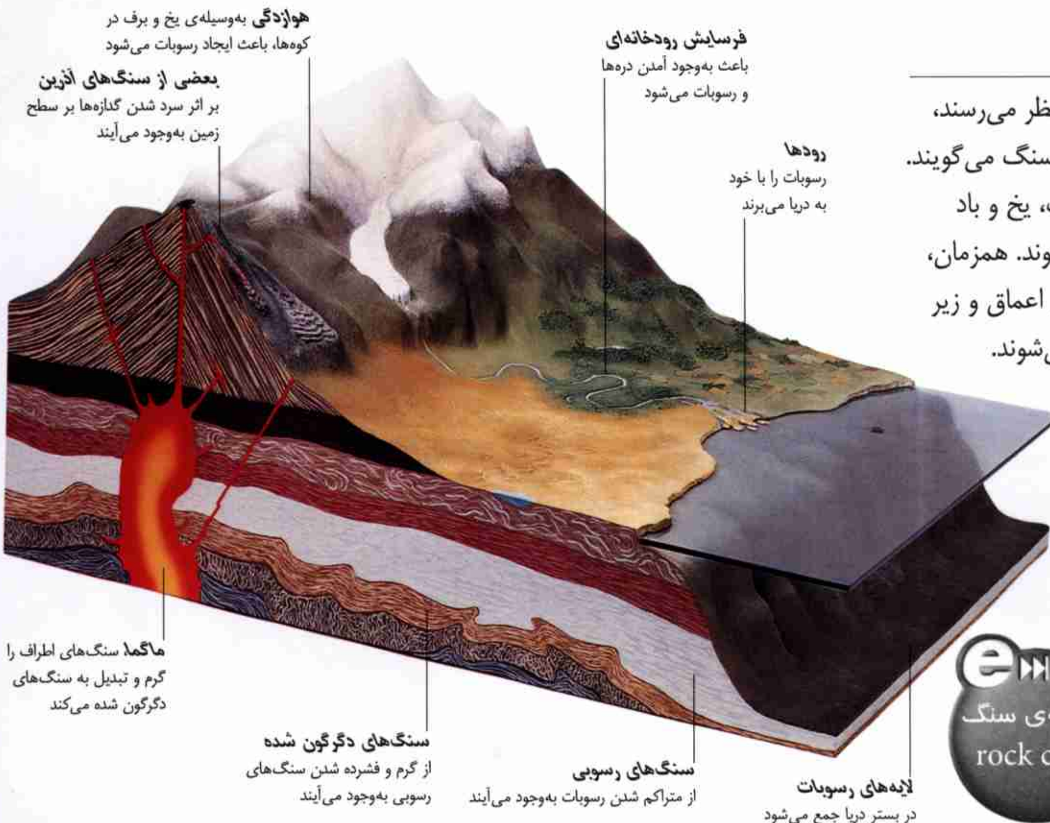


مونو کلینیک
نمونه‌ها: آزوریت، بوراکس، ژیپسوم، هورن‌بلند، و رینلاند مالاکیت، میکا و تالک

نیز نگاه کنید به ◀◀ جامدات ۱۲-۱۳ • عناصر ۲۲-۲۳ • آتش‌فشان‌ها ۲۱۲-۲۱۳ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹

چرخه‌ی سنگ

سنگ‌هایی که به ظاهر در زیر پای ما ثابت به نظر می‌رسند، همواره در حال تغییرند. این فرآیند را چرخه‌ی سنگ می‌گویند. سنگ‌های موجود بر سطح زمین به‌وسیله‌ی آب، یخ و باد به‌تدریج متلاشی و تبدیل به مواد رسوبی می‌شوند. همزمان، نیروهای موجود در پوسته و گوشته‌ی زمین، در اعماق و زیر سطح زمین، باعث پیدایش سنگ‌های جدید می‌شوند.



◀ **چگونگی تشکیل سنگ‌ها**
سنگ‌های قدیمی‌تر سطح زمین همواره تحت تأثیر فرسایش، خروج یا رانده شدن به درون پوسته‌ی زمین و یا ذوب شدن قرار دارند. چگونگی تشکیل سنگ‌های جدید به این صورت است که رسوبات متراکم می شوند و سنگ‌های رسوبی را به وجود می‌آورند، ماگماها سرد و جامد می‌شوند و سنگ‌های آذرین را پدید می‌آورند و حرارت و فشار، باعث ایجاد تغییر در سنگ‌های موجود در عمق زمین می‌شوند و آن‌ها را تبدیل به سنگ‌های دگرگون‌شده می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ جامدات ۱۲-۱۳ • عناصر ۲۲-۲۳ • آتش‌فشان‌ها ۲۱۲-۲۱۳ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹

سنگ‌ها

پوسته‌ی زمین را لایه‌ای از سنگ‌های سخت پوشانده است. سنگ‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: **رسوبی**، **آذرین**، و **دگرگون‌شده**. تقریباً همه‌ی سنگ‌ها از اجتماع کانی‌ها درست شده‌اند، امّا سنگ‌های مختلف دارای ترکیب‌های متفاوتی از کانی‌ها هستند؛ برای مثال، گرانیت از کوارتز، فلدسپات و میکا تشکیل شده است. یک سنگ را می‌توان از روی رنگ، کانی‌های موجود در آن، اندازه‌ی دانه‌های کانی و بافت آن (چگونگی در کنار هم قرار گرفتن دانه‌های تشکیل دهنده‌ی غیر هم اندازه) تشخیص داد.

سنگ بستر
از لایه‌های سنگ رسوبی ساخته شده است

رسوبات ماسه‌ای
و سنگ ریزه‌ها، بر اثر فرسایش صخره‌ها به‌وسیله امواج، به‌وجود می‌آیند

◀ سنگ بستر
به سنگ‌های سخت تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین سنگ بستر گفته می‌شود. سنگ بستر را می‌توان در بعضی از سواحل (مانند تصویر مقابل) و در کوه‌هایی که بر اثر فرسایش تخریب شده‌اند، مشاهده کرد. فرسایش، سنگ بستر را متلاشی و تبدیل به تکه‌های کوچک می‌کند و خاک و رسوباتی (نظیر گل، ماسه و ریگ) حاصل می‌آورد که سنگ بستر را در بیشتر جاها می‌پوشانند. همین رسوبات ممکن است در آینده تبدیل به سنگ‌های رسوبی دیگری شوند.

سنگ‌های رسوبی

سنگ‌های رسوبی از ذرات رسوبی، مانند ماسه و رس یا اسکلت و صدف موجودات دریایی، تشکیل می‌شوند. هنگامی که لایه‌های رسوبات نرم زیر لایه‌های بالایی مدفون می‌شوند و تحت فشار قرار می‌گیرند، ذرات موجود در آن‌ها به‌تدریج به هم می‌چسبند و به شکل سنگ در می‌آیند. سنگ‌های رسوبی شیمیایی، نظیر سنگ چخماق، زمانی به‌وجود می‌آیند که کانی‌های حل شده در آب دوباره ته‌نشین شوند.



▲ سنگ چخماق
سنگ چخماق سخت است و هنگام شکستن لبه‌های تیز می‌یابد. این سنگ از سیلیس موجود در رسوبات بستر دریا تشکیل می‌شود و ممکن است گرهک‌هایی با شکل‌های نامنظم در آن به‌وجود آیند. سنگ چخماق اغلب به‌صورت نوارهایی در میان لایه‌های آهکی یافت می‌شود.



▲ گل سفید
گل سفید سنگی نرم، سفید و متشکل از سنگ آهک دانه ریز است. این سنگ از بقایای موجودات ذره بینی دریایی که در قعر دریاهای قدیمی ته‌نشین شده‌اند تشکیل شده است.



▲ کنگلومرا
کنگلومرا از قطعه سنگ‌های کوچک و بزرگ گرد شده که در ماده‌ای زمینه‌ای جای گرفته‌اند، تشکیل شده است. این سنگ هنگامی به‌وجود می‌آید که مواد آبرفتی را ماده‌ای سیمان مانند در بر می‌گیرد و به هم می‌چسباند.



▲ سنگ رس
سنگ رس سنگی رسوبی و بسیار دانه‌ریز است. این سنگ در صورت خشک بودن، نرم و شکننده و هنگام خیس بودن، چسبنده است. خاک رس مدفون، به‌تدریج تبدیل به سنگ رس و شیل می‌شود.



▲ سنگ آهک
ترکیب اصلی سنگ آهک را کانی کلسیت تشکیل داده است. اما رنگ آن به علت وجود کانی‌های دیگر متغیر است. این سنگ، به‌عنوان فراوان‌ترین سنگ رسوبی، اغلب دارای فسیل‌های گیاهی و جانوری است.



▲ ماسه سنگ
ماسه سنگ نوعی سنگ رسوبی است که از اجتماع ذرات ماسه درست شده است. این سنگ هنگامی به‌وجود می‌آید که دانه‌های ماسه توسط سیمانی از جنس آهک، سیلیس یا اکسید آهن به هم بچسبند.

سنگ‌های آذرین

سنگ‌های آذرین هنگامی تشکیل می‌شوند که ماگما (سنگ‌های مذاب تشکیل شده در زیر پوسته‌ی زمین) سرد و سخت می‌شود. ماگما پس از خروج از محل‌های سست و ضعیف پوسته‌ی زمین، مانند شکاف‌ها، حرارت خود را از دست می‌دهد. سنگ‌های آذرین بیرونی هنگامی به‌وجود می‌آیند که ماگما پس از رسیدن به سطح زمین، به‌سرعت سرد شود. این فرآیند سرد شدن سریع، باعث به‌وجود آمدن سنگ‌هایی دانه‌ریز می‌شود. سنگ‌های آذرین درونی هنگامی به‌وجود می‌آیند که ماگما به آرامی و در زیر زمین سرد شود. در این صورت کانی‌های تشکیل دهنده‌ی سنگ، دانه درشت‌تر خواهند بود.

ستون‌های بازالت ◄
این ستون‌های واقع در کشور نامیبیا در آفریقا از بازالت ساخته شده‌اند. چنین سنگ‌هایی زمانی به‌وجود می‌آیند که گدازه‌ها از درون زمین خارج و سرد می‌شوند. بازالت که نوعی سنگ آذرین بیرونی است، در ضمن سرد شدن ترک می‌خورد و به‌شکل ستون‌هایی با کناره‌های صاف، سرد و منقبض می‌شود. بازالت فراوان‌ترین سنگ آذرین موجود در زمین است.



▲ ابسیدین
نام دیگر ابسیدین سیاه و برّاق، شیشه‌ی آتش‌فشانی است. هنگامی که گدازه‌های آتش‌فشانی چنان به‌سرعت سرد شوند که دانه‌های بلوری فرصتی برای تشکیل شدن نداشته باشند، این سنگ به‌وجود می‌آید.



▲ گرانیت
رنگ گرانیت بستگی به نوع کانی‌های موجود در آن دارد. در این گرانیت صورتی، کوارتز سفید و میکای سیاه دیده می‌شود. این سنگ بر اثر سرد شدن تدریجی ماگما در اعماق زمین به‌وجود می‌آید.



▲ پورفیریت
سنگ پورفیریت (که میکرودیوریت نیز نامیده می‌شود) نوعی سنگ آذرین درونی به رنگ خاکستری یا خاکستری تیره است. وجود بلورهای درشت (موسوم به پورفیریت)، در زمینه‌ای با دانه‌های ریز، علت خواندن این سنگ با این نام است.



▲ گابرو
گابرو نوعی سنگ آذرین درونی سیاه یا خاکستری دانه درشت است. این سنگ که به آرامی و در اعماق زمین تشکیل می‌شود، دارای بلورهای درشت تیره و از اقسام سنگ‌های آذرین درونی است.

سنگ‌های دگرگون‌شده

هنگامی که کانی‌های موجود در سنگ‌های موجود در اعماق زمین، در اثر حرارت و فشار، تغییر ماهیت دهند، سنگ‌های دگرگون شده به‌وجود می‌آیند. سنگ‌های حاصل از دگرگونی مجاورتی، زمانی به‌وجود می‌آیند که ماگما هنگام خروج از پوسته‌ی زمین، سنگ‌های مجاور را داغ می‌کند. سنگ‌هایی که بر اثر فشار بسیار زیاد موجود در اعماق زمین، لایه‌دار یا خرد می‌شوند، محصول دگرگونی ناحیه‌ای هستند. ویژگی‌های ظاهری سنگ‌های دگرگون شده، به سنگ مادر (سنگ اصلی) و چگونگی تشکیل آن‌ها، بستگی دارد.



▲ میگماتیت
میگماتیت مخلوطی از نوعی از سنگ دگرگون مانند شیست یا گنایس تیره رنگ با سنگ آذرین رنگ روشنی مانند گرانیت است.





▲ سنگ لوح
سنگ لوح دارای دانه‌های ریز و به رنگ خاکستری تیره یا سبز است. این سنگ به راحتی به ورقه‌های صاف شکسته می‌شود و در بعضی از کشورها از آن برای ساخت کاشی کف یا پوشش بام ساختمان‌ها استفاده می‌شود. سنگ اولیه‌ای که بعد از دگرگونی تبدل به سنگ لوح می‌شود، شیل یا گلسنگ است.



▲ گارنت (گرونا) شیست
در یک سنگ شیست، طرح کلی بلورها را می‌توان اغلب با چشم غیرمسلح دید. نمونه‌ی بالا دارای بلورهای بزرگ گارنت (گرونا) است. شیست‌ها اغلب دانه متوسط هستند و از دگرگونی شیل‌ها و گرانیت‌ها تشکیل شده‌اند.



▲ گنایس
گنایس سنگی دگرگون شده و دانه درشت به رنگ خاکستری یا صورتی است، که در دگرگونی ناحیه‌ای، از سنگ آهک یا گرانیت حاصل می‌آید. لایه‌های موازی تیره و روشن کانی‌ها، چین‌هایی را روی سنگ به‌وجود می‌آورند.



▲ مرمر
حرارت و فشار موجود در پوسته‌ی زمین، سنگ آهک را تبدیل به مرمر می‌کند. سنگ مرمر در ساختمان‌سازی و مجسمه سازی بسیار کاربرد دارد. مرمر به رنگ‌های سفید تا صورتی، سبز و سیاه وجود دارد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ساختمان زمین ۲۰۶-۲۰۷ • کانی‌ها ۲۱۶ • چرخه‌ی سنگ ۲۱۷ • آتش‌فشان‌ها ۲۱۲-۲۱۳ • رسوبات ۲۲۵

فسیل‌ها

فسیل یا سنگواره، بازمانده یا بقایای جانوران و گیاهانی است، که در میان سنگ‌ها محفوظ مانده است. فسیل‌ها به شکل‌های گوناگون، مانند ردّ پا یا نقش‌های مبهمی از برگ، صدف و استخوان‌های جانوران یافت می‌شوند. فسیل‌ها، درباره‌ی چگونگی زندگی در زمان‌های گذشته و زمان پیدایش و انقراض گونه‌های مختلف موجودات، اطلاعاتی در اختیار ما قرار می‌دهند فسیل‌ها همچنین راهنمای تعیین سن سنگ‌هایی هستند که در میان آن‌ها یافت می‌شوند. بازمانده‌ی گیاهان و جانوران پس از دفن شدن در مواد رسوبی، که با گذشت زمان به سنگ‌های سخت و متراکم رسوبی تبدیل می‌شوند، به شکل **فسیل** در می‌آیند.

ستون مهره‌های
فسیل شده‌ی دایناسور

فسیل‌های کشف شده ◄
این ستون مهره‌های فسیل شده‌ی یک دایناسور، در سنگ‌های نقطه‌ای واقع در غرب ایالات متحده کشف شده است. کارشناسان با مطالعه‌ی دقیق چنین فسیل‌هایی، می‌توانند بگویند. که این استخوان‌ها متعلق به کدام گروه از دایناسورها است. بیشتر فسیل‌ها در میان لایه‌های رسوبی به‌وجود می‌آیند و گاه به‌طور اتفاقی، پس از ظاهر شدن سنگی که فسیل در آن تشکیل شده است، به سطح زمین می‌رسند. در بعضی از سنگ‌ها، فسیل‌های بیشتری یافت می‌شود.



آمونیتی
که از کانی پر شده است



قالب خارجی
از بدن جانور ایجاد می‌شود

قالب داخلی
مواد سنگی داخل بدن را پر می‌کنند

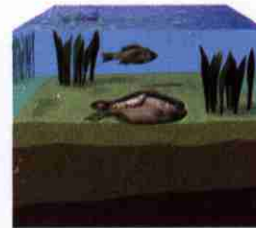
ردپای یک دایناسور

انواع فسیل ◄
به‌ندرت اتفاق می‌افتد که اعضای واقعی بدن گیاهان یا جانوران، هنگام فسیل شدن، دست نخورده بمانند. در مواردی، کانی‌ها جای خالی شده‌ی اعضای بدن آن‌ها را پر می‌کنند یا این که اعضا پوسیده می‌شوند و در نتیجه، حفره‌ای در جای آن‌ها پدید می‌آید که ممکن است سنگ‌ها یا کانی‌هایی این «قالب» را پر کنند. در برخی از فسیل‌ها تنها نشانی از یک جانور، مانند ردّ پا یا قالب خالی شده‌ی بدن آن یافت می‌شود.

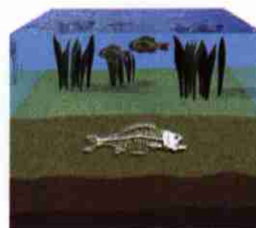


فسیل‌شدن

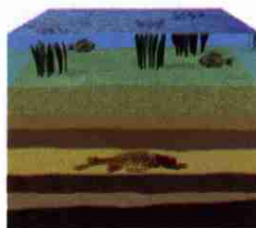
فرایند تبدیل بقایای گیاه یا جانور به سنگ را فسیل شدن می‌نامند. این فرآیند، هزارها یا میلیون‌ها سال به طول می‌انجامد. بقایای موجودات، تنها زمانی تبدیل به فسیل می‌شوند که پیش از پوسیده شدن، در مواد رسوبی و دور از عوامل تجزیه کننده دفن شوند. این اتفاق در بستر رودخانه و دریاها یا هنگامی روی می‌دهد که بدن جانور، پس از مرگ، کنار رودخانه‌ای گل‌آلود، در اثر طغیان آب دفن شود.



▲ تبدیل ماهی به اسکلت
بدن ماهی، پس از مرگ در بستر دریا یا رودخانه می‌افتد. جانوران دیگر، اعضای نرم بدن آن را می‌خورند و تنها اسکلت را باقی می‌گذارند.



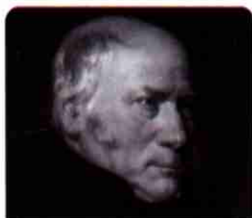
▲ اسکلت مدفون
لایه‌ای از مواد رسوبی روی اسکلت رسوب می‌کند و آن را در بر می‌گیرد. بعدها مواد رسوبی بیشتری روی آن ته‌نشین می‌شود و اسکلت را عمیق‌تر دفن می‌کند.



▲ تشکیل فسیل
رسوبات دفن شده به‌تدریج تبدیل به سنگ‌های رسوبی می‌شوند و کانی‌هایی که جای تمام یا قسمتی از اسکلت ماهی را پر کرده‌اند، شکل بدن آن را حفظ می‌کنند.



▲ ظاهر شدن فسیل
پس از میلیون‌ها سال و انجام حرکاتی در پوسته‌ی زمین، سنگ حاوی فسیل، به سطح زمین می‌رسد. با گذشت زمان، سنگ‌های روی فسیل فرسایش می‌یابند و فسیل را نمایان می‌کنند.



ویلیام اسمیت
انگلیسی، ۱۷۶۹- ۱۸۳۹
ویلیام اسمیت پدر زمین شناسی انگلیس خوانده می‌شود. هنگامی که اسمیت به‌عنوان نقشه‌بردار مشغول کار بود، متوجه شد که لایه‌هایی از سنگ‌های رسوبی طبق نظم خاصی روی هم قرار گرفته‌اند و از روی نوع فسیل‌هایی که در آن دیده می‌شوند، می‌توان لایه‌هایی را با هم مطابقت داد. این یافته‌ها سبب شد که او اولین نقشه‌ی دقیق زمین‌شناسی انگلستان را رسم کند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ • رسوبات ۲۲۵ • حیات پیش از تاریخ ۳۳۰-۳۳۱ • دیرین‌شناسی ۳۳۲-۳۳۳

زمان در زمین‌شناسی

زمین شناسان (پژوهشگرانی که درباره‌ی سنگ‌ها مطالعه می‌کنند) زمان پیدایش زمین تا به امروز را به بخش‌هایی، به‌نام دوران و دوره، تقسیم کرده‌اند. در دوره‌های مختلف، گونه‌های متفاوتی از گیاهان و جانوران بر روی زمین زندگی کرده‌اند. برای مثال، دوره‌ی کرتاسه، که از ۱۴۶ میلیون تا ۶۵ میلیون سال پیش ادامه داشت، آخرین عصر زندگی دایناسورها بود. سن تقریبی بعضی از سنگ‌ها را می‌توان از روی فسیل‌های موجود در آن‌ها حدس زد. تاریخ تشکیل بعضی از سنگ‌ها را باید به روش **رادیومتری** تشخیص داد.



▲ **چینه شناسی**
در گراندکانیون، دره‌ی بزرگ و وسیع جنوب غربی ایالات متحده، لایه‌های مختلفی از سنگ‌های رسوبی که این دره در درون آن‌ها به‌وجود آمده، قابل مشاهده‌اند. سنگ‌هایی که در بالا قرار دارند، جدیدترین و سنگ‌های پائینی، قدیمی‌ترین لایه‌ها هستند. مطالعه‌ی لایه‌های سنگی مختلف را چینه‌شناسی می‌نامند. این مطالعات نشان می‌دهند که چگونه سنگ‌ها بیش از میلیون‌ها سال پیش به‌وجود آمدند و در محل پیدایش آن‌ها چه حوادثی روی داده است. برای مثال، مشخص می‌شود که این منطقه زیر دریا قرار داشته یا قسمتی از یک بیابان بوده است.



عمرسنجی به روش رادیومتری

عمرسنجی به روش رادیومتری، روشی برای اندازه‌گیری سن یک قطعه سنگ است. سنگ‌های آذرین دارای مقدار ناچیزی از مواد شیمیایی رادیواکتیو هستند. با قدیمی شدن سنگ، این عناصر به‌تدریج به عنصرهایی تجزیه می‌شوند که دیگر رادیواکتیو نیستند. با دانستن سرعت تجزیه‌ی عناصر و اندازه‌گیری مقدار عناصر حاصل از آن‌ها، می‌توان سن سنگ نمونه را محاسبه کرد.



عمرسنجی به روش آرگون- آرگون ◄
در عمرسنجی به روش آرگون- آرگون، مقدار دو نوع گاز آرگون موجود در یک سنگ نمونه، با استفاده از ابزاری به نام طیف سنج جرمی، اندازه‌گیری می‌شود. نوعی از این گاز، تنها هنگام تخریب رادیواکتیوی در سنگ‌هایی که قدیمی‌ترند وجود دارد. بنابر این با مقایسه‌ی مقدار هر یک از این دو نوع گاز در نمونه، می‌توان سن آن را مشخص کرد.

فسیل‌ها و تاریخچه‌ی زمین

دیرین‌شناسان در طول ده‌ها سال، تاریخچه‌هایی از فسیل‌های متعلق به زمان‌های مختلف زمین‌شناسی را تهیه کرده‌اند، که نشان می‌دهد گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در چه زمانی پدید آمده و فراوان شده‌اند. با استفاده از فسیل‌ها می‌توان سن سنگ‌های مختلفی را نیز که فسیل مربوطه در آن‌ها یافت شده، تعیین کرد. البته برای این کار، تطابق لایه‌های سنگی و توجه به نوع آن‌ها هم ضرورت دارد. در زیر، بعضی از فسیل‌ها و دوره‌ای که جانور یا گیاه مربوطه در آن می‌زیسته آورده شده است.

دوره‌ی کواترنر، ۱/۸ میلیون سال پیش تا امروز



دندان ماموت

دوره‌ی ترسیر، ۶۵/۵ تا ۱/۸ میلیون سال پیش



جمجمه‌ی ببر دندان خنجری

دوره‌ی کرتاسه ۱۴۵/۵ تا ۶۵/۵ میلیون سال پیش

تیرانوزوروس، دایناسور گوشتخوار

دوره‌ی ژوراسیک ۱۹۹/۶ تا ۱۴۵/۵ میلیون سال پیش



آرکئوپتریکس، قدیمی ترین پرنده

دوره‌ی تریاس، ۲۵۱ تا ۱۹۹/۶میلیون سال پیش



جمجمه‌ی تراپسید (اجداد پستانداران)

دوره‌ی پرمین، ۲۹۹ تا ۲۵۱ میلیون سال پیش



مزوزوروس (خزنده‌ی دریازی)

دوره‌ی کربونیفر، ۳۵۹/۲ تا ۲۹۹ میلیون سال پیش



فسیل نخستین سرخس

دوره‌ی دونین، ۴۱۶ تا ۳۵۹/۲ میلیون سال پیش



ماهی بدون آرواره

دوره‌ی سیلورین، ۴۴۳/۷ تا ۴۱۶ میلیون سال پیش



عقرب‌های دریایی

دوره‌ی اردویسین، ۴۸۸/۳ تا ۴۴۳/۷ میلیون سال پیش



سرپایان نوتیلوس

دوره‌ی کامبرین، ۵۴۲ تا ۴۸۸/۳ میلیون سال پیش



تریلوبیت‌ها

دوران پرکامبرین، قبل از ۵۴۲ میلیون سال پیش



نخستین موجودات نرم تن

نیز نگاه کنید به ◄◄ سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ ● فسیل‌ها ۲۲۰ ● حیات پیش از تاریخ ۳۳۰-۳۳۱ ● دیرین‌شناسی ۳۳۲-۳۳۳

فرسایش

به فرآیندی که طی آن خاک و سنگ‌های سطح زمین متلاشی و جابه‌جا می‌شوند، فرسایش گفته می‌شود. آب‌های جاری، امواج، یخچال‌های طبیعی و باد عوامل فرسایش و همواره در حال ایجاد تغییر در ظاهر طبیعت هستند. عمل فرسایش، در سنگی که با خاک پوشانده نشده است، سریع‌تر اتفاق می‌افتد. فرسایش در محل‌هایی که سنگ‌ها بر اثر فعالیت عوامل آب و هوایی، نظیر نور خورشید یا یخبندان و باران، سست می‌شوند، اغلب با هوازدگی شروع می‌شود. هوازدگی فیزیکی اثر گرما، سرما و یخبندان و هوازدگی است و **هوازدگی شیمیایی**، باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود. فرسایش می‌تواند منجر به **ریزش و لغزش گسترده‌ی** سنگ و خاک شود.

◀ فرسایش رودخانه‌ای
رود کلرادو از میان لایه‌های سنگی به عمق ۶۰۰ متر، در ایالت آریزونای آمریکا، راه خود را باز کرده است. در این تصویر، لایه‌های بسیاری را می‌توان دید. قدرت فرسایشی آب‌های جاری، که ماسه و سنگ به همراه دارند، بسیار قابل توجه است. رودهای بزرگ می‌توانند طی میلیون‌ها سال، دره‌هایی عمیق ایجاد کنند. رودها تپه و کوه‌ها را تخریب می‌کنند و مواد حاصل از تخریب را با خود به‌سوی دشت و دریاها می‌برند. قدرت فرسایشی رود، در کوه‌ها افزایش می‌یابد؛ زیرا مسیر جریان آب در کوه‌ها شیب‌دار و ناهموار است. آب، سنگ‌های درشت و ریز به‌نام مواد آبرفتی را با خود حمل می‌کند و در جایی که سرعتش کم شود، آن‌ها را در بستر خود رسوب می‌دهد.

رود کلرادو
در ته این دره‌ی عمیق جاری است

سنگ‌های نرم‌تر سریع‌تر از سنگ‌های سخت که در پائین قرار دارند، تخریب می‌شوند

پهلوهای مرتفع دره هنگامی تشکیل شدند که رود، راه خود را از میان لایه‌های سنگی باز کرد

▲ فرسایش ساحلی
موج‌ها باعث فرسایش پایه‌ی صخره‌ها، و سست شدن و سقوط آن‌ها می‌شوند. این ویژگی‌های ساحلی را می‌توان در بسیاری از سواحل سنگی و بلند جهان مشاهده کرد. وقتی صخره‌ها از هر دو طرف تخریب می‌شوند، این ستون‌های سنگی باقی می‌مانند و با گذشت زمان، سقوط می‌کنند. سنگ‌های حاصل از تخریب، خرد می‌شوند و سرانجام، ماسه‌های ساحلی را تشکیل می‌دهند. فرآیند فرسایش در سواحلی که امواج خروشنده مواد را با خود جابه‌جا می‌کنند و به سنگ‌های ساحلی می‌کوبند، سریع‌تر صورت می‌گیرد.

▲ فرسایش یخچالی
در نقاط سرد زمین، رشته کوه‌ها دارای دره‌های عمیقی هستند، که یخچال‌ها آن‌ها را به‌وجود آورده‌اند. در این تصویر، یخچالی در دامنه‌های کوه کایلاس، واقع در تبت را می‌بینید که به کلی ذوب شده و این درّه‌ی یخچالی را به‌وجود آورده است. یخچال، مانند رودی از یخ است که آهسته بر روی زمین‌های شیب‌دار حرکت می‌کند و سنگینی یخ آن را به‌جلو می‌راند. سنگ‌هایی که با فشار در قسمت زیرین جابه‌جا می‌شوند، شیارهای عمیقی در زمین ایجاد می‌کنند و در نتیجه، دره‌هایی U شکل با کناره‌هایی شیب‌دار و کف صاف پدید می‌آورند.

▲ فرسایش بادی
ماسه‌هایی که در اثر بادهای شدید به حرکت درآمده‌اند، این ستون‌های ماسه سنگی بلند و باریک کانیون برایس در ایالت یوتای آمریکا را پدید آورده‌اند. علّت پیدایش این ناهمواری‌ها این است که قسمت‌های نرم‌تر سنگ‌ها سریع‌تر از قسمت‌های سخت‌تر فرسوده شده‌اند. از آنجایی که در بیابان‌ها گیاهان کافی برای محکم نگه‌داشتن خاک در جای خود وجود ندارد و باران زیادی نمی‌بارد تا ذرات خاک را به هم بچسباند، ماسه‌ها به‌راحتی حرکت می‌کنند و فرسایش بادی بیشتر روی می‌دهد.



هوازدگی شیمیایی

بعضی از سنگ‌ها بر اثر انجام واکنش‌های شیمیایی تخریب می‌شوند. به این فرآیند، هوازدگی شیمیایی می‌گویند. کانی‌های موجود در سنگ، در نتیجه‌ی تأثیر عواملی نظیر دی اکسید کربن و اکسیژن هوا و همچنین آب، دچار تغییرات شیمیایی می‌شوند. سنگ‌های سست به‌راحتی خرد می‌شوند. برای مثال، سنگ آهک، در آب باران حل می‌شود، زیرا دی اکسید کربن موجود در هوا در آب باران حل می‌شود و به آن خاصیت اسیدی می‌دهد.

منظره‌ی کارست ◀
ایالت گوانگ‌سی چین، از چشم‌انداز ویژه‌ای برخوردار است که بر اثر هوازدگی شیمیایی به‌وجود آمده است. آب باران در طول زمان سنگ آهک را در خود حل کرده و حفره‌هایی در آن به‌وجود آورده است. این حالت را اصطلاحاً توپوگرافی کارست می‌گویند. سقف این حفره‌ها که بعد از مدتی تبدیل به غار می‌شوند، فرو می‌ریزد و از آن‌ها، تنها تنگه‌هایی عمیق و صخره‌هایی بلند به‌جا می‌ماند.

ریزش و لغزش گسترده

فرسایش
erosion

فرسایش معمولاً موجب تخریب قسمت کوچکی از طبیعت می‌شود، اما گاه سبب ریزش خاک و سنگ‌ها، در حجم زیاد می‌شود که موجب رانش زمین شده و جریان‌های گلی و سقوط سنگ‌ها را به‌دنبال دارد. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که سنگ‌ها، مواد رسوبی یا خاک دامنه‌ها سست می‌شوند و توان مقاومت در برابر نیروی جاذبه زمین را از دست می‌دهند.

خزش خاک	سقوط ناگهانی سنگ‌ها	جریان گل آتشفشانی	حرکت واریزه‌ها	جابه‌جایی سنگ‌ها
خزش خاک، حرکت بسیار آرام خاک از دامنه‌ی شیب‌دار کوه است. وقتی خاک خیس به مرور زمان خشک می‌شود و یا پس از یخ زدگی، از حالت انجماد بیرون می‌آید، دچار انبساط و انقباض می‌شود و این پدیده روی می‌دهد. لایه‌های بالایی خاک، سریع‌تر از لایه‌های زیرین حرکت می‌کنند. این حرکت به‌قدری آهسته انجام می‌گیرد که قابل دیدن نیست. خم شدن درخت‌ها، تیرهای چوبی نصب شده در زمین و تشکیل تراس‌های کوچک و متوالی در منطقه، نشان دهنده‌ی وقوع این پدیده است. خاک ممکن است در کناره‌ی دیوارها یا در پایین کوه جمع شود.	سقوط ناگهانی سنگ‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که خاک یا سنگ‌های نرم، از دمنه‌ی کوه کنده و سپس سرازیر شوند. پرتگاه‌های کم ارتفاع حاصل از این پدیده، در نوک کوه، دیده می‌شود. این سقوط‌های ناگهانی، اغلب زمانی اتفاق می‌افتد که آب رودخانه یا موج، پایه‌ی کوه را تخریب کند، یا خاک و سنگ‌های نرم کاملاً خیس شوند.	لاهار (lahar)، ترکیبی از سیلاب و خاکسترهای آتشفشانی است. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که خاکسترها، طی یک فوران آتشفشانی، با یخ‌های در حال ذوب یا باران‌های سیل‌آسا، مخلوط شود. گِل‌های حاصل از این ترکیب، به‌سمت دره‌های رودخانه‌ای روان و پس از برخورد به یک مانع، سخت می‌شوند. لاهار می‌تواند خرابی‌های قابل ملاحظه‌ای به‌بار آورد.	واریزه از سنگ‌های خرد شده و گاه همراه با خاک تشکیل می‌شود. گاهی قطعه سنگ‌های بزرگ و کوچک روی زمین‌های شیب‌دار جمع می‌شوند و شروع به غلتیدن و لغزیدن به‌سمت پایین می‌کنند. لغزش این مواد، اغلب در محل‌هایی رخ می‌دهد که ساکنان آن‌جا درخت‌ها و سایر گیاهان دامنه‌ها را از بین برده‌اند. واضح است که این اقدام آنان، باعث فرسایش سریع خاک و سنگ‌ها می‌شود.	جابه‌جایی و حرکت سنگ‌ها، سریع‌ترین نوع جابه‌جایی و لغزش گسترده است. این پدیده زمانی روی می‌دهد که سنگ‌های بزرگ فرو بریزند و یا از صخره‌ها جدا شده و به‌سمت پایین کوه سرازیر شوند. بسیاری از قطعه سنگ‌هایی که فرو می‌ریزند یا از کوه سرازیر می‌شوند، ایجاد بهمن سنگی می‌کنند.

سقوط سنگ

لغزش رسوبات

جریان گل

سقوط ناگهانی سنگ‌ها

خزش خاک

نیز نگاه کنید به ◀◀ سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ ● خاک ۲۲۴ ● یخ ۲۲۶ ● ساحل‌ها ۲۲۷ ● رودها ۲۳۷

خاک

در بیشتر مناطق زمین، سنگ بستر پوسته‌ی زمین با خاک پوشانده شده است. این ماده‌ی نرم ترکیبی از موادّ آلی و تکه سنگ‌های تخریب‌شده بر اثر هوازدگی و فرسایش است. مواد آلی خاک شامل بقایای گیاهان، جانوران و سایر موجودات زنده و مرده است. بسیاری از موجودات زنده‌ی خاک **تجزیه‌کننده**‌اند و روی بدن گیاهان و جانوران مرده زندگی می‌کنند. گیاهان آب و مواد غذایی لازم را از خاک می‌گیرند.



▲ لایه‌های طبیعی
نیم‌رخ خاک، مقطع عمودی زمین برای نشان دادن لایه‌های خاک است. هر لایه را یک افق خاک می‌نامند. بیشتر خاک‌ها سه بخش اصلی، یعنی افق‌های A، B و C، دارند. ضخامت لایه‌های خاک در جاهای مختلف، بسیار متفاوت است. این ضخامت در کوه‌ها حدود چند سانتی‌متر است، اما در دره‌ها به چندین متر هم می‌رسد.

▼ انواع خاک
بافت هر خاک بستگی به اندازه‌ی تکه سنگ‌های موجود در آن دارد. خاک رس بسیار نرم است، زیرا از دانه‌های بسیار ریز (سنگ) تشکیل شده است. خاک ماسه‌ای زبرتر است، زیرا اندازه‌ی دانه‌های تشکیل دهنده‌ی آن تا ۲ میلی‌متر می‌رسد. خاک‌های ماسه‌ای خشک هستند امّا خاک رس مرطوب و چسبناک است. خاک زراعی ترکیبی از ماسه، رس و سیلت (لای) و مناسب برای پرورش محصولات کشاورزی است.



تجزیه‌کننده‌ها

از میلیون‌ها موجوداتی که در خاک زندگی می‌کنند، بسیاری نظیر باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و کرم‌های خاکی، جزو تجزیه‌کننده‌ها به‌شمار می‌آیند. این موجودات روی بقایای گیاهان و جانوران مرده زندگی و باقی مانده‌ی اندام‌های آن‌ها را به مواد شیمیایی ساده‌تر تبدیل می‌کنند. سپس، این مواد شیمیایی در خاک آزاد می‌شوند. وجود این مواد، برای رشد گیاه لازم است. بنابر این، تجزیه‌کننده‌ها مواد گیاهی را بازیافت می‌کنند.





◄ تقویت خاک
کرم‌های خاکی دو کار بسیار مهم برای حاصلخیز شدن خاک و رشد گیاهان انجام می‌دهند. اول این که بقایای گیاهان را می‌خورند و آن‌ها را تجزیه می‌کنند؛ سپس با سوراخ کردن زمین، خاک را مخلوط و دانه‌های آن را از هم جدا می‌کنند. این کار باعث می‌شود که موادّ آلی و موادّ غذایی در خاک پراکنده شوند و هوا به داخل آن نفوذ کند. ایجاد این شرایط باعث بهبود کیفیت خاک می‌شود.



نگاه میکروسکوپی ◄
با مشاهده‌ی خاک در زیر میکروسکوپ، متوجه وجود موجوداتی ذره‌بینی، به نام باکتری، می‌شویم. در یک مُشت خاک، میلیون‌ها باکتری و قارچ وجود دارد؛ که به تکه سنگ‌ها و مواد حاصل از تخریب می‌چسبند. باکتری‌ها و قارچ‌ها عمل تجزیه را، که توسط موجودات بزرگ‌تر نظیر کرم‌های خاکی، حلزون‌های بدون صدف و خرخاکی‌ها شروع شده است، ادامه می‌دهند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ نیتروژن ۴۲-۴۳ • فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ • قارچ‌ها ۲۸۲-۲۸۳ • باکتری‌ها ۲۸۴ • بوم‌شناسی ۳۲۶-۳۲۷

رسوبات

موادّ سنگی را که به‌وسیله‌ی باد، رودخانه، دریاها و یخچال‌ها جابه‌جا و ته‌نشین و **رسوب‌گذاری** می‌شوند، رسوب می‌نامند. رس، ماسه و سنگ‌ریزه از انواع رسوبات هستند. جمع شدن رسوبات باعث پیدایش کناره‌های گلی در اطراف رودخانه‌ها یا تلماسه‌ها در بیابان می‌شود. اغلب میلیون‌ها سال طول می‌کشد تا رسوبات ته‌نشین شده بر بستر دریا به سنگ‌های رسوبی تبدیل شوند.

رسوبات دهانه‌ی رودخانه ◄

رسوباتی که همراه رود منتقل می‌شوند، در دهانه‌ی رود به دریا که آب از حرکت می ایستد، شروع به ته‌نشین شدن می‌کنند. در این نقطه‌ی ساحلی واقع در جنوب استرالیا، باریکه‌هایی از جنس ماسه و گل در اطراف دهانه‌ی رود تشکیل شده‌اند. امواج دریا و وزش باد این ماسه‌ها را کم‌کم به‌سوی خشکی می‌کشانند.

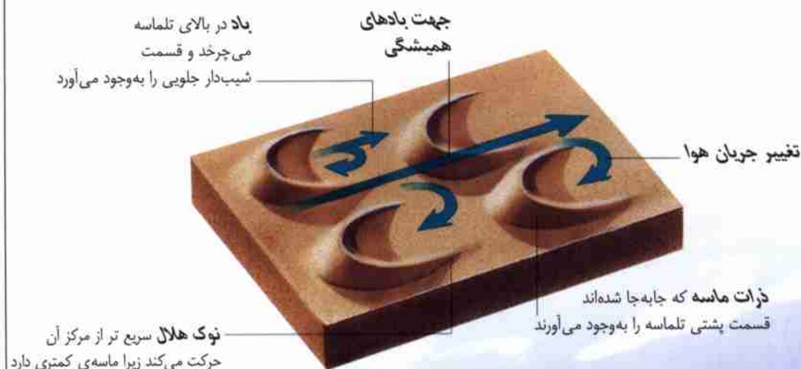


رسوب‌گذاری

به‌جا ماندن رسوبات در آب یا روی زمین، رسوب‌گذاری نامیده می‌شود. رسوبات، به‌وسیله‌ی عمل فرسایش آب‌های پر سرعت، بادهای شدید و یخچال‌ها پدید می‌آیند. اما فرآیند رسوب‌گذاری هنگامی صورت می‌گیرد که آب جاری، باد یا یخچال‌های طبیعی، به‌علت کم شدن شیب بستر، کم‌شدن سرعت یا ذوب شدن یخ، دیگر نمی‌توانند مواد همراه را جلوتر ببرند و آن‌ها را در محلی باقی می‌گذارند.

چگونگی پیدایش تلماسه‌ها

شکل ظاهری یک تپه‌ی ماسه‌ای بستگی به‌شدت و جهت وزش باد، مقدار ماسه‌ی موجود و رشد گیاه بر روی تلماسه یا روی زمین دارد. تپه‌های برخان (هلالی شکل)، زمانی به‌وجود می‌آیند که باد اغلب از یک جهت بوزد. باد ماسه‌های روی تلماسه را با خود می‌برد و بدین ترتیب تپه‌ها در سال تا حدود ۳۰ متر به جلو رانده می‌شوند.



▼ تپه‌های ماسه‌ای

تپه‌های ماسه‌ای توده‌ای از ماسه یا ذرات ریز دیگرند. تپه‌های ماسه‌ای در بیابان‌ها و بعضی از سواحل تشکیل می‌شوند. در این مکان‌ها ماسه‌ی نرم و خشک به‌وسیله‌ی باد جابه‌جا می‌شود و سپس با قطع باد، بر زمین می‌نشینند. در صحرای بزرگ آفریقای شمالی، طول تپه‌های ماسه‌ای تا ۱۰۰ کیلومتر و ارتفاع آن‌ها تا ۲۰۰ متر می‌رسد، این تپه‌ها که دائم در حال تغییر محل‌اند، ظاهری چون امواج بسیار بلند اقیانوس‌ها را دارند.

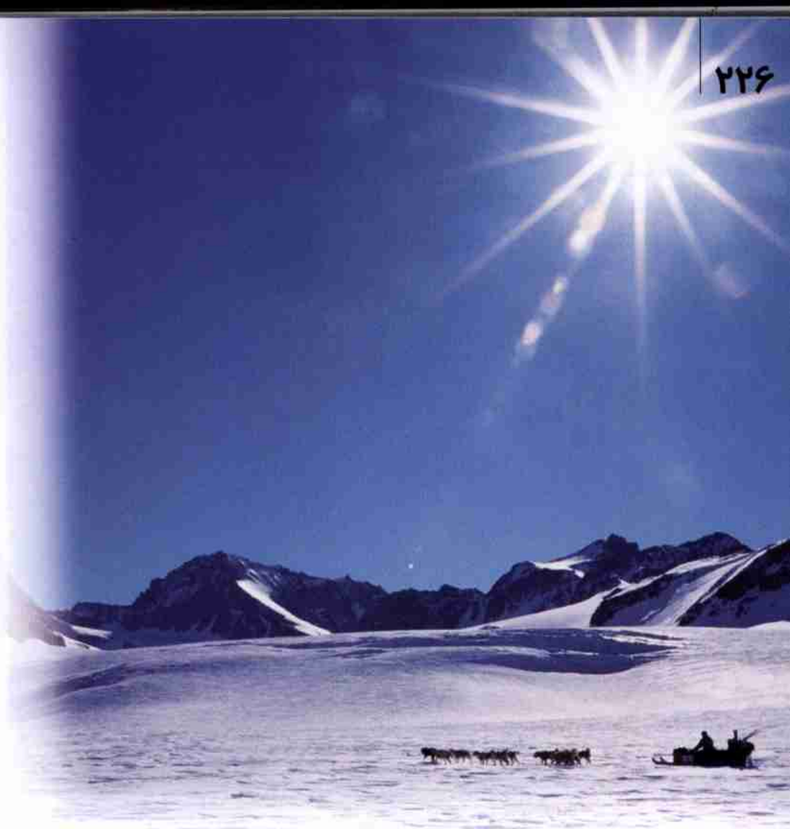
تاج در پهلوها کم ارتفاع‌تر از مرکز است

تلماسه‌های هلالی‌شکل در یک طرف دامنه‌ای کم‌شیب و در طرف دیگر دامنه‌ای پرشیب دارند

نیز نگاه کنید به ◄◄ چرخه‌ی سنگ ۲۱۷ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ • فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ • یخ ۲۲۶ • رودها ۲۳۲ • باد ۲۴۰-۲۴۱

یخ

حدود یک‌دهم سطح خشکی‌ها و یک‌هشتم سطح آب اقیانوس‌های زمین، از یخ پوشیده شده است. این توده‌های یخی از جمع‌شدن برف و متراکم شدن آن به‌وجود می‌آیند. بیشتر یخ‌ها در **پهنه‌های یخی** قطوری جمع شده‌اند که مناطق قطبی را می‌پوشانند. در گذشته، در زمان طولانی و سردِ عصر یخبندان، وسعت پهنه‌ی یخ خیلی بیش از امروز بود. دانشمندان برآورد کرده‌اند که در طول ۳ میلیون سال گذشته، ۱۵ عصر یخبندان وجود داشته است.



▶ **یخ‌های قطبی**
در این تصویر، یک اسکیمو سورتمه‌ای را روی یخچالی واقع در گرینلند، می‌راند. در قطب شمال، زمین نسبتاً کم است و بیشتر آن با اقیانوس وسیعی که مرکز آن در نزدیکی قطب شمال قرار دارد پوشانده شده است.



▶ **پسروی یخچال‌ها**
یخچال‌ها، رودخانه‌هایی از یخ هستند که از قلّه‌ی کوه سرچشمه می‌گیرند و به آهستگی در شیب کوه حرکت می‌کنند. برف‌هایی که به‌تازگی می‌بارند، باعث فشرده شدن برف‌های قبلی و موجود بر روی زمین می‌شوند و از آن‌ها، یخی متراکم به نام فیرن (firn) به‌وجود می‌آورند. پس از ان که یخ به مقدار کافی جمع شد، نیروی گرانش زمین و وزن خود یخچال، باعث حرکت آن با سرعتی معادل یک تا دو متر در روز، به‌سمت پایین کوه می‌شود.



پهنه‌های یخی

نود درصد یخ‌های جهان در قطب جنوب (جنوبگان) ذخیره است. عمق این کلاهک یخی، در بعضی از نقاط، ۴۲۰۰ متر است. بیش از هزاران سال است که با ریزش سنگین برف در ماه‌های زمستان و ذوب شدن حجم کمی از آن در فصل تابستان، پهنه‌ی یخی قطوری در سرتاسر این سرزمین تشکیل شده است. وزن بسیار زیاد یخ، سبب شده است که سطح بخش‌هایی از این خشکی بزرگ از سطح دریا نیز پایین‌تر قرار گیرد.

دریاچه‌ای که از یخ‌های ذوب شده به‌وجود آمده است

پهنه‌ی یخی قاره‌ای

یخچال بیرونی از حاشیه‌ی پهنه‌ی یخی بیرون آمده است

کلاهک یخی

یخچال

کوه یخی که از یخچال به‌وجود آمده است

اقیانوس

▶ **فرسایش یخچالی**
حرکت یخ عامل فرسایشی پرقدرتی است. با لغزیدن یخچال‌ها به پایین کوه، دره‌هایی عمیق و Uشکل، قلّه‌هایی تیز و دیواره‌هایی پرشیب به‌وجود می‌آید. سنگ‌هایی که از جلو، اطراف و زیر مسیر یخچال جدا شده و همراه آن جلو رانده می‌شوند، باعث افزایش قدرت فرسایشی یخ می‌شوند. هنگامی که یخچال به زمین‌های کم ارتفاع و گرم‌تر پایین کوه می‌رسد، ذوب می‌شود و از بین می‌رود.

▼ **کوه یخ**
کوه‌های یخ از آب دریاهای شور تشکیل نشده‌اند، بلکه، از یخچال‌های روی ساحل جدا شده و به دریا افتاده‌اند. تنها ۱۲ درصد از توده‌ی کوه یخ بالاتر از آب است و دیده می‌شود و بقیه‌ی آن در زیر آب پنهان است.



نیز نگاه کنید به ◀◀ سیاره‌ی زمین ۲۰۴-۲۰۵ • کوه‌زایی ۲۱۴-۲۲۵ • فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ • ساحل‌ها ۲۲۷

ساحل‌ها

ساحل‌هایی که مرز بین خشکی و اقیانوس را تشکیل می‌دهند، همواره در معرض تخریب به‌وسیله‌ی باد و امواج قرار دارند. هنگامی که هوا آرام است، آب دریا به‌آرامی با ساحل برخورد می‌کند، اما در روزهای توفانی، موج‌های کف‌آلود و بلند، محکم به کناره‌ها می‌خورند. شکل و حتی محل ساحل‌ها، با تخریب خشکی به‌وسیله‌ی امواج و **تغییرات سطح دریا** در طول زمان، تغییر می‌کند. در بعضی از مناطق، بر اثر پیشروی آب دریا، ساحل هر سال چند متر عقب‌تر می‌رود.



فرسایش ساحلی ◄
ویژگی‌های ساحلی، نظیر صخره‌ها و تاق‌ها، که حاصل عمل فرسایشی امواج است در این تصویر قابل مشاهده‌اند. وقتی دریا با ساحل‌های صخره‌ای بلند برخورد می‌کند، سنگ‌های نرم‌تر تخریب می‌شوند و در جای آن‌ها، حفره‌هایی به‌وجود می‌آید که با گذشت زمان به‌هم می‌رسند و تشکیل تاق مانندهایی را می‌دهند. با ادامه‌ی تخریب، قسمت بالایی تاق فرو می‌ریزد و ستون‌هایی مجزا، از آن‌ها به‌جا می‌ماند.

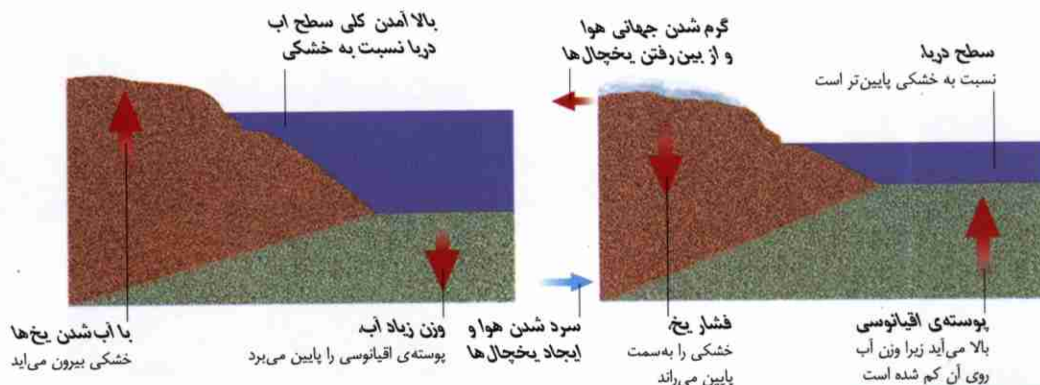
تغییرات سطح دریا

سطح دریاها، در طول چند میلیون سال گذشته، تا حدود ۲۰۰ متر بالا و پایین رفته است. دانشمندان معتقدند که علت این پدیده، بروز تغییرات دما هنگام فرا رسیدن و پایان یافتن عصر یخبندان است. در طول عصر یخبندان، سطح دریاها، به علت وجود مقدار زیاد آب‌های منجمد، پایین است. اما با گرم شدن هوا یخ‌ها ذوب می‌شوند و سطح دریاها بالا می‌آید. امروزه به نظر می‌رسد که سطح دریاها، به علت گرم شدن کره‌ی زمین، در حال بالا آمدن است. این پدیده می‌تواند موجب طغیان آب در بعضی از سواحل شود.





◄ ساحل غرق‌شده
این آبدره‌ی نروژی، نوعی خلیج کوچک عمیق است که در پرتگاه‌های پرشیب ساحلی، که عمق آب آن تا ۱۰۰۰ متر هم می‌رسد. پیدایش یک آبدره، از عصر یخبندان، یعنی زمانی که یخ‌ها دره‌ای U شکل در نزدیکی دریا ایجاد کردند شروع می شود. پس از گرم شدن هوا، یخچال ذوب می‌شود و آب اقیانوس بالا می‌آید و دره را پر می‌کند.



چرخه‌های یخچالی ◄
در طول عصر یخبندان، وزن یخ بر زمین فشار وارد می‌کند. سطح دریا پایین است، بنابر این پوسته‌ی اقیانوسی تحت فشار قرار ندارد. اما با گرم شدن هوا، یخ‌ها ذوب می‌شوند و در نتیجه، سطح دریا بالا می‌آید. این پیامد، با از بین رفتن فشار یخ و بیرون آمدن خشکی از زیر فشار یخ، تا حدودی تعدیل می‌شود و این بار، وزن زیاد آب بستر دریا را تا حدی پایین می‌برد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ • یخ ۲۲۶ • اقیانوس‌ها ۲۲۸-۲۲۹ • آب و هوا ۲۳۶-۲۳۷ • آلودگی ۲۵۰

اقیانوس‌ها

حدود ۷۱ درصد سطح سیاره‌ی ما را، دریاها و اقیانوس‌ها پوشانده‌اند. پنج اقیانوس بزرگ زمین به‌ترتیب وسعت، اقیانوس‌های آرام، اطلس، هند، منجمد شمالی و منجمد جنوبی هستند. آب اقیانوس‌ها، به علت دارا بودن مواد معدنی محلول و مقدار زیادی کلرید سدیم (نمک طعام)، شور است. آب اقیانوس‌ها هیچ گاه راکد نیست و جریان‌های دریایی، **امواج** و **جزر و مد** آن را به حرکت درمی‌آورند.

منطقه‌ی ساحلی ◀

ریف‌های مرجانی موجود در آب‌های گرم و ساحلی، غنی‌ترین زیستگاه‌های اقیانوسی هستند. این ریف‌ها را مرجان‌هایی که اسکلت آهکی دارند، ساخته‌اند. اقیانوس‌ها به دو زیستگاه اصلی تقسیم می‌شوند. اقیانوس عمیق آزاد و منطقه‌ی ساحلی. آب‌های کم‌عمق منطقه‌ی ساحلی که تنها ۱۰ درصد از کل مساحت اقیانوس را تشکیل می‌دهد، زیستگاه ۹۸ درصد موجودات دریایی است.



منطقه‌های اقیانوسی

منطقه‌ی نورگیر

عروس دریایی و ماهی‌هایی نظیر هرینگ، ماکرل، کوسه ماهی‌ها و سخت‌پوستانی مانند این خرچنگ دراز در آب‌های کم عمق یا سطحی زندگی می‌کنند. اقیانوس‌های آزاد را می‌توان براساس میزان دریافت نور، اکسیژن و دمای آب، به چند لایه تقسیم کرد. تا عمق ۲۰۰ متری، آب گرم است (تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و اکسیژن و نور کافی وجود دارد.



منطقه‌ی عمیق

موجوداتی نظیر این ستاره‌ی شکننده، ماهی مرکب و اقسامی از ماهی‌ها در منطقه‌ای که عمق آن بین ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است، زندگی می‌کنند. مقداری از پرتوهای نور خورشید از لایه‌ی بالایی تا حدود ۱۰۰۰ متر پایین‌تر نفوذ می‌کند. در این لایه، دمای آب حدود ۵ درجه سانتی‌گراد است. منطقه‌ی زیر آن کاملاً تاریک است و دمای آب به ۲- درجه سانتی‌گراد می‌رسد.



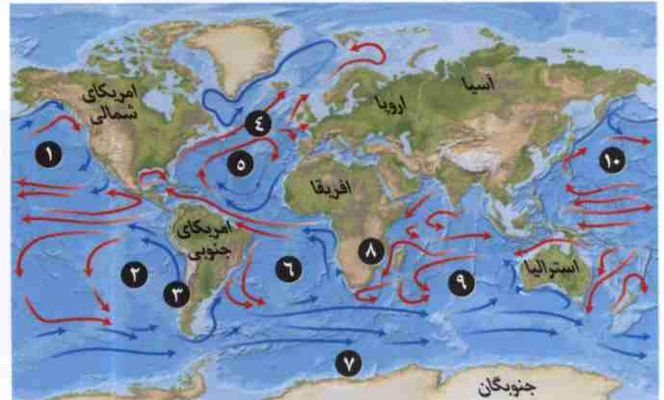
منطقه‌ی مغاک

در این منطقه که کاملاً تاریک، بسیار سرد و پایین‌تر از ۲۰۰۰ متر است، ماهی‌هایی با شکل‌های ناآشنا زندگی می‌کنند. جانورانی که در این اعماق زندگی می‌کنند، باید بتوانند خود را با فشار بسیار بالا و دمای بسیار پایین آب تطبیق دهند. عمق آب، در بعضی از قسمت‌های اقیانوس، به ۱۰/۰۰۰ متر یا حتی بیشتر هم می‌رسد.



جریان‌های اقیانوسی

آب اقیانوس‌ها هیچ‌گاه راکد نیست و جریان‌های مختلفی که در نزدیکی سطح یا در اعماق آن وجود دارند، باعث حرکت دائمی آب می‌شوند. وجود این قبیل جریان‌های آب به توزیع گرما در قسمت‌های مختلف زمین کمک می‌کند. باد، جریان‌هایی را در سطح آب به‌وجود می‌آورد که بر اثر گردش وضعی زمین و موقعیت خشکی‌ها، تغییر مسیر می‌دهند. جریان‌های اقیانوسی حالت دورانی دارند. جریان‌های سطحی گرم، که از سرزمین‌های گرم و استوایی آغاز می‌شوند، باعث گرم شدن هوای خشکی‌های واقع در اطراف مسیر می‌شوند. جریان‌های عمیق سرد، که از آب‌های سرد قطبی شروع می‌شوند، تأثیری مخالف دارند.



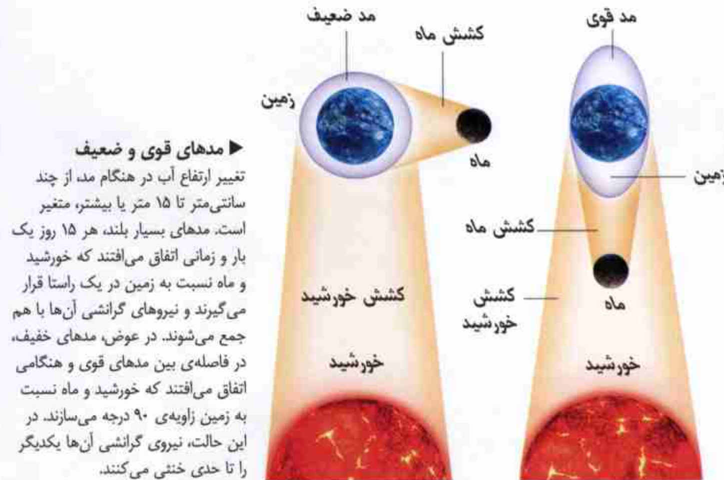
کلید راهنما
جریان گرم — جریان سرد

نام جریان

۱ جریان چرخشی آرام شمالی
۲ جریان چرخشی آرام جنوبی
۳ جریان هامبولت
۴ گلف استریم
۵ جریان چرخشی اطلس شمالی
۶ جریان چرخشی اطلس جنوبی
۷ جریان دور قطب جنوب
۸ جریان آگولاس
۹ جریان اقیانوس هند جنوبی
۱۰ جریان اقیانوس آرام شمالی

جزر و مد

به علت تأثیر نیروی گرانش ماه و خورشید بر آب‌های اقیانوس‌ها، سطح آن‌ها در شبانه‌روز تغییرات منظمی را به‌دست آورده است که به آن‌ها جزر و مد می‌گویند. وقتی ماه به دور زمین می‌گردد، نیروی گرانشی آن باعث می‌شود که آب در مناطقی از اقیانوس (که رو به ماه قرار دارد)، بالا بیاید. نیروی حاصل از گردش وضعی زمین هم برجستگی دیگری را در جهت مخالف ایجاد می‌کند. بروز پدیده‌ی جزر و مد در شبانه‌روز دوبار و به‌طور متناوب در آب اقیانوس‌ها مشاهده می‌شود.

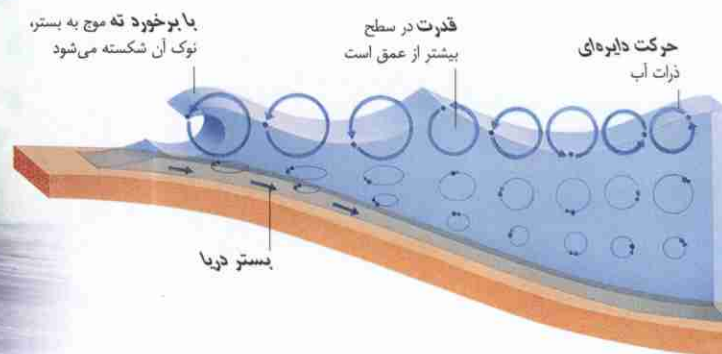


▶ **مدهای قوی و ضعیف**
تغییر ارتفاع آب در هنگام مد، از چند سانتی‌متر تا ۱۵ متر یا بیشتر، متغیر است. مدهای بسیار بلند، هر ۱۵ روز یک بار و زمانی اتفاق می‌افتند که خورشید و ماه نسبت به زمین در یک راستا قرار می‌گیرند و نیروهای گرانشی آن‌ها با هم جمع می‌شوند. در عوض، مدهای خفیف، در فاصله‌ی بین مدهای قوی و هنگامی اتفاق می‌افتند که خورشید و ماه نسبت به زمین زاویه‌ی ۹۰ درجه می‌سازند. در این حالت، نیروی گرانشی آن‌ها یکدیگر را تا حدی خنثی می‌کنند.

امواج

موج‌ها سطح اقیانوس‌ها را، غیر از هنگامی که هوا بسیار آرام است، به تلاطم در می‌آورند. وزش باد بر سطح آب، موجب ایجاد اصطکاک و موج می‌شود. بادهایی که بر سطح پهناور اقیانوس‌های آزاد می‌وزند، موج‌های بلندی را به‌وجود می‌آورند. قله‌ی این موج‌ها با رسیدن به آب‌های کم عمق ساحلی، کف آلود می‌شود و موج سر انجام به ساحل می‌رسد.

▲ **قدرت موج**
گاهی بر اثر وقوع زلزله و فعالیت‌های آتش‌فشانی در بستر اقیانوس، امواج غول پیکری به‌نام سونامی به‌وجود می‌آیند. این امواج در پهنه‌ی اقیانوس، تقریباً نامحسوس هستند؛ اما وقتی به ساحل نزدیک می‌شوند، ارتفاع آن‌ها در آب‌های کم عمق به حداکثر می‌رسد و با قدرتی بسیار ویرانگر به ساحل برخورد می‌کنند.



▲ **عمل موج**
امواج می‌توانند مسافتی طولانی را روی اقیانوس طی کنند. عجیب آن که، آبی که موج را به‌وجود می‌آورد، تقریباً در همان مکان اول باقی می‌ماند. در واقع پس از عبور هر موج، ذرات آب آن دایره‌ای را می‌پیمایند و دوباره به محل قبلی خود برمی‌گردند. شدت و وسعت موج، با رسیدن به ساحل کاهش می‌یابد. بستر دریا بر الگوی حرکت موج اثر می‌گذارد که اصطلاحاً به آن، شکسته شدن موج می‌گویند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ ساحل‌ها ۲۲۷ • بستر اقیانوس ۲۳۰ • جزیره‌ها ۲۳۱ • زیستگاه‌ها ۲۴۶-۲۴۷

بستر اقیانوس

تا یک قرن پیش، بستر اقیانوس تقریباً ناشناخته بود. اما امروزه می‌دانیم که در بستر اقیانوس‌های ژرف، کوه‌ها، دره‌های عمیق و دشت‌های وسیع وجود دارد. بسیاری از این پدیده‌ها بر اثر حرکت ورقه‌های زمین‌ساختی، که پوسته‌ی زمین را تشکیل می‌دهند، به‌وجود آمده‌اند. در وسط اقیانوس‌ها، و جایی که دو ورقه‌ی اقیانوسی در حال دور شدن از هم‌دیگرند، رشته کوه‌های بلندی از جنس مواد آتش‌فشانی از بستر دریا بالا آمده‌اند. در عوض، در کناره‌ی بعضی از اقیانوس‌ها و جاهایی که یک ورقه‌ی قاره‌ای و یک ورقه‌ی اقیانوسی به هم نزدیک می‌شوند، ورقه‌ی اقیانوس به زیر ورقه قاره‌ای فشار می‌آورد و در نتیجه، شکاف‌های عمیقی در محل برخورد آن‌ها تشکیل می‌شود.



ماری تارپ

آمریکایی، ۱۹۲۰–

ماری تارپ، با کمک یکی از همکاران خود نخستین نقشه‌ی جامع بستر اقیانوس را با استفاده از مطالعات ردیاب صوتی (سونار)، رسم کرد. در اواخر سال‌های ۱۹۴۰، تارپ یک دره‌ی ریفتی را کشف کرد که تا مرکز برآمدگی میان اقیانوس اطلس ادامه داشت. او دریافت که رشته‌ای از برآمدگی‌های میان اقیانوسی کره‌ی زمین را دور زده است.

e
بستر اقیانوس
ocean floor

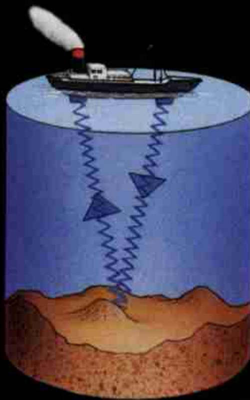
▶ **منفذهای هیدروترمال**

در سال ۱۹۷۷، دانشمندان با استفاده از نوعی زیر دریایی، درباره‌ی بستر دریا تحقیق کردند و منفذهایی را کشف کردند که ستون‌های سیاهی از اب‌های بسیار داغ و سرشار از مواد معدنی از آن‌ها بیرون می‌جوشید. این دودزاهای سیاه، بر اثر فعالیت‌های آتش‌فشانی در برآمدگی‌های میان اقیانوسی به‌وجود آمده‌اند. ابی که داخل شکاف‌های پوسته می‌شود، در اثر مجاورت با ماگمای داغ، سولفیدهایی را در خود حل می‌کند و سپس به‌صورت ابرهای سیاه خارج می‌شود.

اب‌های داغ
محتوی ترکیبات گوگردی

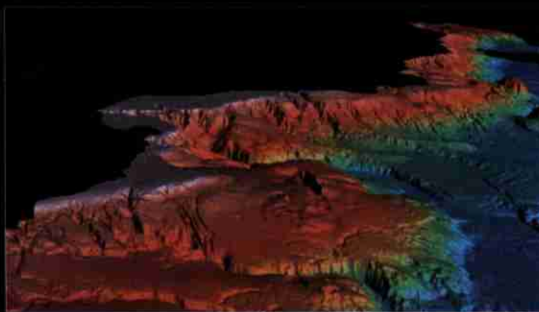
جریان دودکشی،
از کانی‌های خارج شونده از شکاف تشکیل شده است

کرم‌های لوله‌ای و خرچنگ‌های نابینا
باکتری‌هایی را می‌خورند که از املاح موجود در آب انرژی می‌گیرند



▶ **ردیاب صوتی (سونار)**

اقیانوس‌شناسان، با استفاده از ردیاب صوتی، از بستر اقیانوس نقشه برداری می‌کنند. کشتی‌های تحقیقاتی امواج صوتی را به‌سوی بستر اقیانوس می‌فرستند و نمودار انعکاس آن‌ها را رسم می‌کنند. جمع‌آوری این اطلاعات برای رسم نقشه‌ای جامع لازم است. دانشمندان با کمک ردیاب صوتی، موفق به کشف پدیده‌هایی نظیر کوه‌های زیردریایی (قله‌های آتش‌فشانی غرق شده)، با ارتفاع ۱۰۰۰ متر از کف دریا و گایوت‌ها (کوه‌های دریایی سرتخت)، شده‌اند.



▲ **تصویر بستر اقیانوس ارام**

این نقشه‌ی رایانه‌ای بستر اقیانوس در کناره‌های کالیفرنیا، واقع در ایالات متحده، با استفاده از ردیاب صوتی رسم شده است. عمق‌های مختلف بستر اقیانوس با رنگ‌های متفاوت نشان داده شده‌اند. کناره‌های پهن و صاف منطقه‌ی فلات قاره، که نزدیک به خشکی قرار گرفته، با رنگ نارنجی مشخص شده است. در سمت رو به دریا، شیب قاره‌ای با شیبی تند به دشت‌های مغاکی منتهی می‌شود و با رنگ آبی نشان داده شده است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ آکوستیک ۱۰۶-۱۰۷ ● زمین‌ساخت ورقه ای ۲۰۸-۲۰۹ ● کوه‌زایی ۲۱۴-۲۱۵ ● اقیانوس‌ها ۲۲۸-۲۲۹

جزیره‌ها

جزیره‌ها خشکی‌هایی هستند که کاملاً به‌وسیله‌ی آب محصور شده‌اند. جزیره‌ها در اقیانوس‌ها، دریاها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها یافت می‌شوند. وسعت جزیره‌ها از برون‌زدهای سنگی کوچک به‌وسعت چند متر مربع تا جزیره‌های پهناوری مانند گرینلند با وسعت ۲/۲ میلیون کیلومتر مربع، متغیر است. جزیره‌ها به دودسته تقسیم می‌شوند: اقیانوسی، که از خشکی جدا افتاده‌اند و قاره‌ای، که اغلب در نزدیکی سرزمین اصلی قرار دارند. بسیاری از جزیره‌های اقیانوسی آتش‌فشانی‌اند. جزیره‌های قاره‌ای اغلب بر اثر تغییرات ایجاد شده در سطح آب دریا تشکیل می‌شوند.

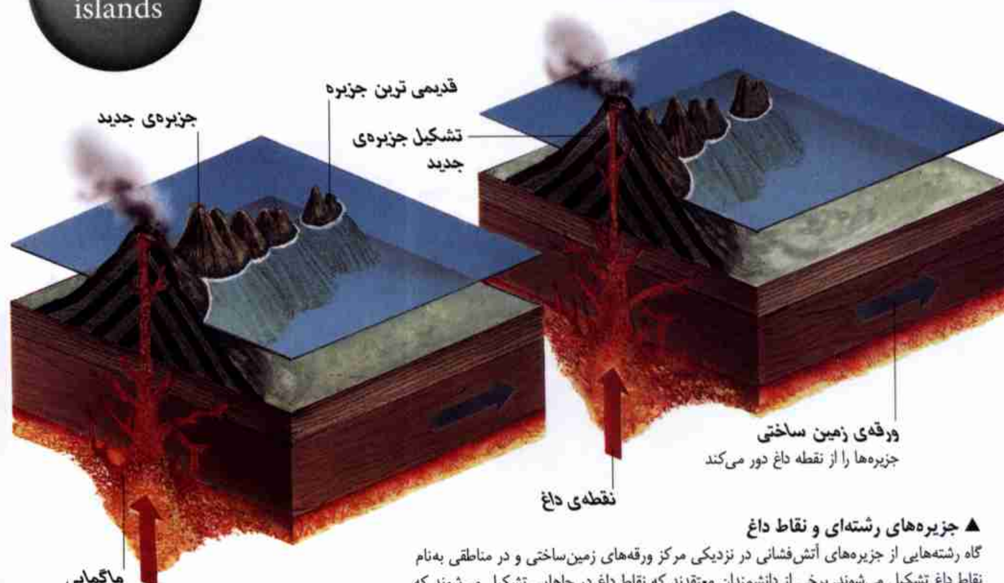
▲ جزیره‌های مرجانی
جزیره‌های مرجانی، نظیر مالدیو در اقیانوس هند، از اجتماع اسکلت‌های آهکی پولیپ‌های مرجانی تشکیل شده است. کلنی‌های بزرگی از این موجودات، که شبیه به شقایق دریایی هستند، در آب‌های گرم و کم‌عمق منطقه‌ی استوا یا در اطراف کوه‌های دریایی، رشد می‌کنند. اطراف پولیپ‌های نرم را اسکلتی آهکی و فنجان مانند می‌پوشاند که بعد از مرگ پولیپ، آن‌ها روی یکدیگر قرار می‌گیرند و ریف‌های مرجانی را به‌وجود می‌آورند که سرانجام، سر از آب درمی‌آورند. اگر کوه دریایی نشست کند، تنها یک حلقه‌ی مرجانی، که آتول (atoll) نامیده می‌شود، در اطراف قله‌ی آن بیرون از آب می‌ماند.



◀ جزیره‌های قاره‌ای
جزیره‌های قاره‌ای، نظیر جزیره‌های بریتانیا، از آب‌های کم‌عمق فلات قاره، سر برآورده‌اند. زمانی این جزیره‌ها قسمتی از سرزمین اصلی بودند، اما هنگامی که سطح دریاها بالا آمد و بخشی از خشکی به زیر آب فرو رفت، آن‌ها جدا افتادند. در جاهایی که جریان‌های اقیانوسی یا رودها ماسه یا گل به‌جا می‌گذارند، جزیره‌های کوچک- که جزیره‌های سدی نیز نامیده می‌شوند- دور از ساحل تشکیل می‌شوند.

جزیره‌ها
islands

▲ جزیره‌های قوسی
جزیره‌های اقیانوسی، اغلب بر اثر فوران‌های آتش‌فشانی و هنگامی که ورقه‌ها با هم برخورد می‌کنند، تشکیل می‌شوند. وقتی یک ورقه با فشار به زیر ورقه‌ی دیگر رانده می‌شود، پوسته‌ی آن بر اثر تماس با گوشته‌ی داغ زیرین، ذوب می‌شود. این سنگ‌های مذاب دوباره بالا می‌آیند و از پوسته خارج می‌شوند و بستر دریا را می‌پوشانند. با گذشت زمان، گدازه‌های حاصل، برآمدگی زیر دریایی مرتفعی را به‌وجود می‌آورند که در آخر، به شکل جزیره سر از آب بیرون می‌آورد.

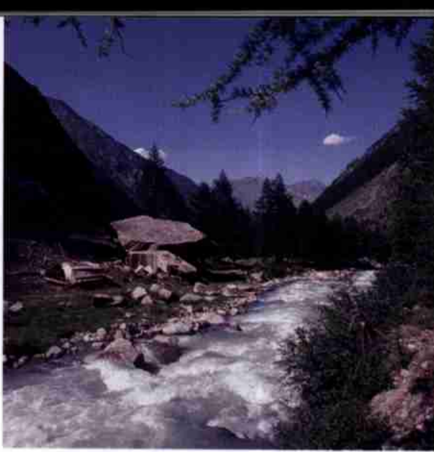


▲ جزیره‌های رشته‌ای و نقاط داغ
گاه رشته‌هایی از جزیره‌های آتش‌فشانی در نزدیکی مرکز ورقه‌های زمین‌ساختی و در مناطقی به‌نام نقاط داغ تشکیل می‌شوند. برخی از دانشمندان معتقدند که نقاط داغ در جاهایی تشکیل می‌شوند که مخازن ماگما از گوشته‌ی زمین فوران می‌کنند. ماگما از نقطه‌ی ضعیفی از پوسته بیرون می‌آید و جزیره‌ای را به‌وجود می‌آورد. با گذشت میلیون‌ها سال، نقطه‌ی داغ در محل خود باقی می‌ماند در حالی که ورقه‌ی اقیانوسی به‌آرامی از روی آن می‌گذرد و جزیره‌های آتش‌فشانی را به‌صورت رشته‌ای تشکیل می‌دهد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ زمین ساخت ورقه ای ۲۰۸-۲۰۹ • آتش‌فشان‌ها ۲۱۲-۲۱۳ • اقیانوس‌ها ۲۲۸-۲۲۹

رودها

رودخانه‌ها آب حاصل از بارش باران و برف را به دریا می‌برند. جریان آب، سنگ‌ها را تخریب و تبدیل به مواد رسوبی می‌کند و آن‌ها را به‌همراه می‌برد. بیشترین فرسایش رودخانه‌ای زمانی روی می‌دهد که آب پس از بارشی سنگین طغیان می‌کند یا برف کوه‌ها در فصل بهار ذوب می‌شود. با گذشت زمان، فرسایش باعث پیدایش دره‌ها و آبشارها در مسیر رود می‌شود و رسوبات رودخانه خشکی‌های موسوم به دشت‌های سیلابی و دلتاها را به‌وجود می‌آورد.



◀ رودخانه‌های کوهستانی
رودخانه‌ی دورا، واقع در شمال ایتالیا، از دامنه‌های پر شیب کوه سرچشمه می‌گیرد. این تندآب‌ها، که با سرعت جریان دارند، تعدادی از سنگ‌هایی را که در طول بستر وجود دارند، با خود حمل می‌کنند. در این تصویر می‌بینید که رود، دره‌ای V شکل، با پهلوهای شیب‌دار ایجاد کرده است.

آب باران و برف‌های ذوب شده از کوه سرازیر می‌شود

یخچال

شاخه‌های رودخانه آب را به رودخانه‌ی اصلی می‌رسانند

آبشار و تندآب‌ها



با تغییر جهت رود، پیچ و خم‌هایی در مسیر آن ایجاد می‌شود

▲ آبشارهای آمریکای جنوبی
آبشار ایگواچو در مرز آرژانتین، برزیل و پاراگوئه قرار دارد. آبشارها در مکان‌هایی تشکیل می‌شوند که آب از روی سنگ‌های سخت به سنگ‌های نرم می‌ریزد. از آنجایی که سنگ‌های نرم زودتر تخریب می‌شوند، پرتگاهی قائم در کناره‌ی سنگ‌های سخت به‌وجود می‌آید. ریزش آب باعث می‌شود دیواره‌ی سخت نیز فرسوده شود و زمانی که عقب نشینی این گودال به حدی برسد که دیواره‌ی بالا فرو بریزد، آبشار عقب‌تر می‌رود.

دلتا

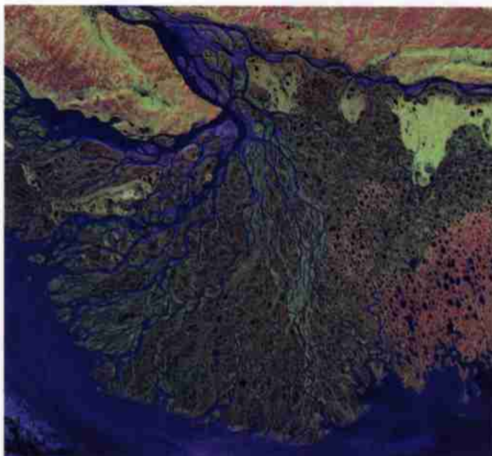
دریا

غارهای آهکی

وقتی آب از درون بعضی از سنگ‌ها، مانند سنگ آهک می‌گذرد، قسمت‌هایی از آن‌ها را حل می‌کند و حفره‌هایی را در سنگ‌ها پدید می‌آورد و سپس آب به داخل حفره‌ها نفوذ و آن‌ها را عریض‌تر می‌کند. سرانجام، پس از گذشت هزاران سال، غارهایی در میان سنگ‌های آهکی تشکیل می‌شود. آبی که از میان دیواره‌های غار می‌گذرد باعث پیدایش نهر، رود و برکه‌های زیر زمینی (نظیر این نمونه در مکزیک) می‌شود. گاهی نیز رودهای سطحی در داخل گودال‌ها ناپدید می‌شوند و کیلومترها دورتر، دوباره به‌سطح زمین می‌آیند. اگر سقف غار فرو بریزد، تنگه به‌وجود می‌آید. {غار علی‌صدر در همدان از بزرگترین و شگفت‌انگیزترین غارهای آهکی دنیا است}.



▲ مسیر رود
هر رود سه مرحله‌ی اصلی دارد. در مرحله‌ی اول، مسیر آن شیب‌دار و باریک و جریان آن سریع و متلاطم است. در مرحله‌ی دوم، مسیر پهن‌تر و کم‌شیب است و آب از میان دره‌های ته صاف، آرام‌تر جاری می‌شود. در مرحله‌ی سوم، مسیر گسترده است و به‌آرامی از میان دشت‌های ساحلی مسطح به دریا می‌رسد و در این میان رسوبات همراه خود را هم بر جا می‌گذارد.



دلتای روسی ◀
این تصویر ماهواره‌ای جایی را که رود لنا، (به رنگ آبی تیره در بالای تصویر) به دریا می‌ریزد نشان می‌دهد. منطقه‌ی سبز رنگ دلتا است. دلتا نوعی خشکی است که بر اثر ته‌نشین‌شدن رسوبات رودخانه‌ای به علت کم شدن سرعت آب تشکیل می‌شود. وقتی رود از میان دلتای مسطح و با تلاقی عبور می‌کند، کانال‌های بسیاری را در آن به‌وجود می‌آورد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ ● رسوبات ۲۲۵ ● یخ ۲۲۷ ● ساحل‌ها ۲۲۷ ● زیستگاه‌ها ۲۴۶-۲۴۷

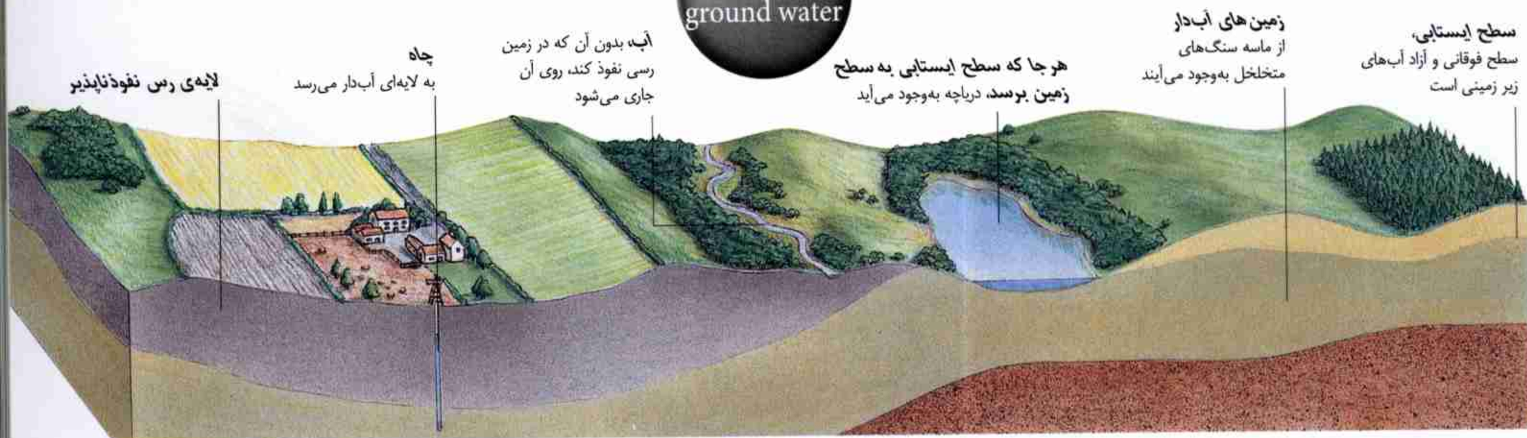
آب‌های سطحی

بیشتر آب‌های سطحی در سنگ‌های متخلخل، که دارای حفره‌های ریز هستند، ذخیره می‌شود. با حفر چاه می‌توان در بعضی از مناطق در عمق معینی به آب زیرزمینی رسید. این محل را سطح ایستابی می‌گویند و معمولاً وقتی آب باران در زمین نفوذ می‌کند، این سطح بالا می‌آید. چشمه، محلی است که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی از دامنه‌ی تپه خارج می‌شود.

▲ واحه‌های مصری
حتی در مناطق بایر (خشک)، مانند بیابان‌ها، گاه آب‌های زیرزمینی به سطح زمین راه می‌یابند. به این مناطق سرسبز در میان بیابان، که در تصویر می‌بینید، واحه گفته می‌شود. آب‌های یک واحه گاه در زیرزمین از کوه‌هایی تا صدها کیلومتر آن طرف‌تر، می‌آید. واحه‌ها منبع مهم آب هستند و دهکده ها، اغلب در اطراف آن‌ها به‌وجود می‌آیند.

▼ چاه آرتزین
در محل‌های ویژه‌ای، ساختمان زمین طوری است که لایه‌های نفوذ پذیر و آبدار، در میان لایه‌های غیرقابل نفوذ (مانند رس) قرار می‌گیرند. اگر چنین وضعی در شیب یک حوضچه‌ی آرتزین به‌وجود آید، قسمتی از سطح ایستابی از سطح زمین بالاتر می‌آید. در صورت حفر چاه در نقاط پایین‌تر، آب خود به خود بیرون می‌جهد. چنین چاه‌هایی را آرتزین می‌گویند.

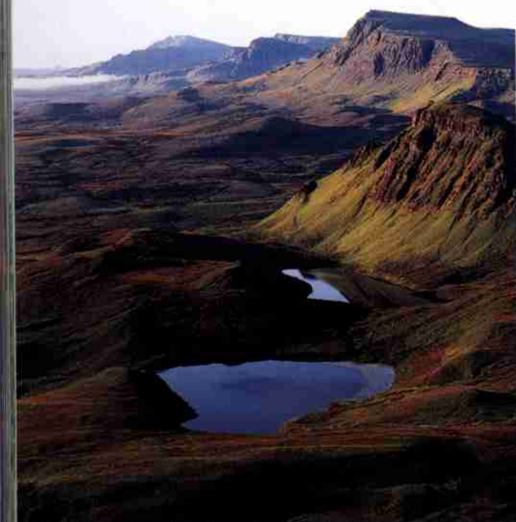




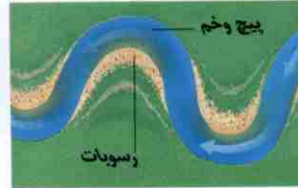
دریاچه‌ها



دریاچه‌ها زمانی به‌وجود می‌آیند که آب در گودال‌های موجود در روی زمین جمع می‌شود. بعضی از این گودال‌ها را یخچال‌ها در زمین ایجاد می‌کنند و بعضی دیگر، وقتی به‌وجود می‌آیند که مانعی در مسیر رودها ایجاد شود. بعضی از دریاچه‌ها هم در دهانه‌های آتش‌فشان‌ها، یا در جایی که قسمتی از زمین در اثر جابه‌جایی فرو می‌نشیند ایجاد می‌شود. آب بیشتر دریاچه‌ها شیرین است، البته دریاچه‌هایی با آب شور، نظیر [دریاچه‌ی ارومیه] و بحرالمیّت، وجود دارد.



▲ دریاچه‌های یخچالی
این دریاچه‌های واقع در اسکاتلند، هزاران سال پیش بر اثر فرسایش یخچال‌ها به‌وجود آمده‌اند. یخچال‌ها در قله‌های کوه و از تجمع برف و یخ تشکیل می‌شوند. این برف و یخ‌ها، پس از جمع‌شدن در یک جا، حفره‌هایی به‌نام سیرک را در سنگ‌ها به‌وجود می‌آورند. وقتی یخچال ذوب می‌شود، آب حاصل، این حفره‌ها را پر می‌کند و دریاچه‌ای را در آن‌جا به‌وجود می‌آورد. آب این دریاچه‌ها از آب بارانی که از دامنه‌های کوه به پایین سرازیر می‌شود، تأمین می‌گردد.



▲ مرحله‌ی ۱: فرسایش در محل پیچ
رودها می‌توانند در طول جریان خود، دریاچه به‌وجود آورند. کناره‌های بیرونی مسیر رود تخریب می‌شوند و رسوبات حاصل، در قسمت درونی انباشته می‌شود. به این ترتیب، میزان انحنای مسیر رود بیشتر می‌شود.



▲ مرحله‌ی ۲: عبور آب
سرانجام، دو انتهای پیچ رودخانه، به اندازه‌ای به هم نزدیک می‌شوند که آب در آن نفوذ می‌کند. این پدیده، هنگام بروز سیل روی می‌دهد. از آن به بعد، بیشتر آب از همین مسیر جدید عبور می‌کند.



▲ مرحله‌ی ۳: دریاچه‌ی هلالی
جریان آب داخل خمیدگی، به‌تدریج آرام می‌شود. رسوبات به‌جا مانده، انتهای خمیدگی را مسدود می‌کند و دریاچه‌ای هلالی در آن محل پدید می‌آید.

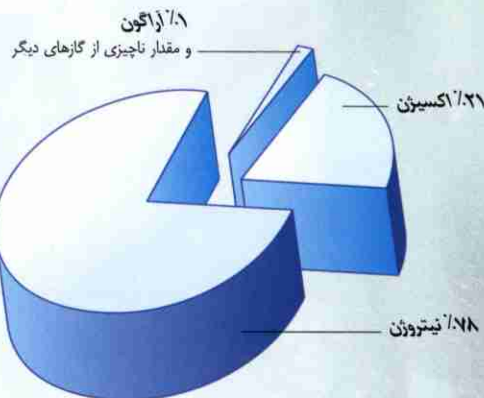
نیز نگاه کنید به ◀◀ آتش‌فشان ۲۱۲-۲۱۳ • فرسایش ۲۲۲-۲۲۳ • یخ ۲۲۶ • باران ۲۴۴-۲۴۵ • زیستگاه‌ها ۲۴۶-۲۴۷

اتمسفر

اتمسفر یا هواکره، پوششی از مخلوط گازها است که اطراف زمین را در برگرفته و تا حدود ۷۰۰ کیلومتری بالای سطح آن امتداد دارد. اگر اتمسفری وجود نداشت، زمین هم مانند ماه فاقد حیات بود. این لایه‌ی نسبتاً نازک، که با کمک نیروی گرانش زمین در جای خود باقی است، اکسیژن لازم برای تنفس ما را تأمین می‌کند. **لایه‌ی ازون**، که در طبقات بالای اتمسفر قرار دارد، مانع ورود پرتوهای زیان‌بار خورشید به زمین می‌شود.

لایه‌های اتمسفر ◀
تروپوسفر، پایین‌ترین لایه‌ی اتمسفر است، که حدود ۷۵ درصد از کل گازهای موجود در اتمسفر در این لایه جا دارد. در بالای تروپوسفر، استراتوسفر قرار دارد، که شامل لایه‌ی ازون هم می‌شود. لایه‌ی بعدی، مزوسفر، رقیق و جایی است که شهاب‌ها در آن مشتعل می‌شوند. یونوسفر لایه‌ی باردار است که امواج رادیویی را به‌زمین برمی‌گرداند. آخرین لایه اگزوسفر است، که کم‌کم در فضا محو می‌شود.

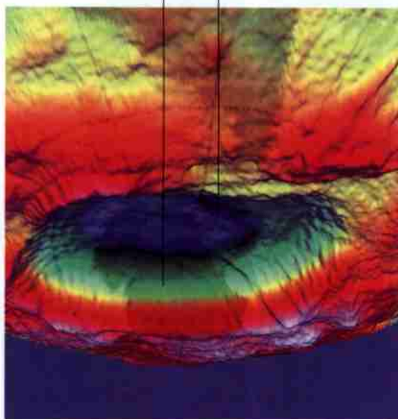
◀ شفق‌های قطبی
شفق‌های قطبی، نورهایی هستند که گاهی در شب در مناطق قطبی پدید می‌آیند. این جلوه‌های خاص، بر اثر برخورد ذرات بارداری که از خورشید می‌آیند با لایه‌های اتمسفر فوقانی، در بالای قطب‌ها، پدید می‌آیند.



◀ گازهای اتمسفر
تنها دو گاز، اکسیژن و نیتروژن، ۹۹ درصد ترکیب اتمسفر را تشکیل می‌دهند. مقدار نیتروژن آن ۷۸ درصد مقدار اکسیژن ۲۱ درصد است. یک درصد باقی مانده از آرگون (۰/۹۳ درصد)، ۰/۰۳ درصد دی اکسیدکربن و مقدار بسیار کمی از گازهای دیگر، نظیر هلیوم، نئون، ازون، متان و هیدروژن، تشکیل شده است.

لایه‌ی ازون

ازون شکلی از اکسیژن است که در استراتوسفر به‌صورت یک لایه‌ی نازک، جمع می‌شود. این لایه مانع از ورود قسمت زیادی از پرتوهای زیان‌آور فرابنفش خورشید (که باعث ایجاد سرطان پوست است) به زمین می‌شود. در دهه‌ی ۱۹۸۰، دانشمندان دریافتند که نقاط نازک یا سوراخ‌هایی در لایه‌ی ازون، در بالای مناطق قطبی و در هر فصل بهار، پدیدار می‌شوند. تحقیقات نشان دادند که پیدایش این سوراخ حاصل وجود مواد شیمیایی به‌نام کلروفلوئوروکربن‌ها (CFCs)، در اتمسفر است.



▲ سوراخ شدن لایه‌ی ازون
این تصویر ماهواره‌ای سوراخ شدن لایه‌ی ازون را در بالای قطب جنوب نشان می‌دهد. ضخیم‌ترین قسمت لایه‌ی ازون با رنگ قرمز و لایه‌های نازک از زرد تا سبز و آبی نشان داده شده‌اند. علت سوراخ شدن لایه‌ی ازون تا حدودی استفاده از کلروفلوئوروکربن‌ها (CFCs) در ساخت یخچال و اسپری‌ها است. امروزه، بسیاری از کشورها، استفاد از این مواد شیمیایی را منع کرده‌اند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ زلزله ۴۳ • سنگ‌ها و کانی‌ها ۴۶-۴۷

فشار هوا

عوامل مولد مناطق پُرفشار موجود در اتمسفر، توده‌هایی از هوای جاری هستند که بادها و وضع هوا را به‌وجود می‌آورند. تغییرات به‌وجود آمده در دما و فشار هوا، عوامل پدید آورنده‌ی بادها هستند. فشار هوا در سطح دریا در بیشترین مقدار خود است؛ زیرا در این مکان، ارتفاع ستون هوا از هر مکان دیگر روی زمین بیشتر است. هر چه در اتمسفر بالاتر برویم، مقدار هوا و فشار هوای کمتری وجود دارد.

اکسوفر
۴۵۰ -۹۰۰ کیلومتر بالای سطح دریا

ترموسفر
۸۰- ۴۵۰ کیلومتر بالای سطح دریا

شهاب‌ها در بخش بالایی اتمسفر مشتعل می‌شوند و خطی نورانی را در آسمان به‌وجود می‌آورند

شفق‌های قطبی
در بالای مناطق قطبی پدید می‌آیند

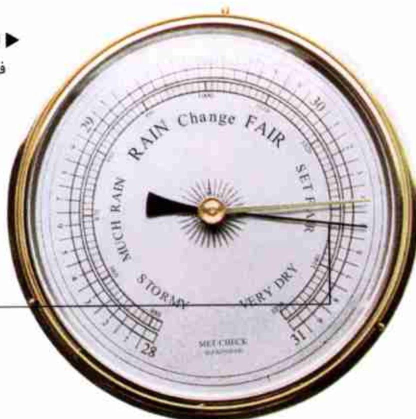
پرتوهای خورشیدی
قسمتی منعکس و قسمتی در ارتفاع‌های مختلف اتمسفر جذب می‌شوند

مزوسفر
۵۰- ۸۰ کیلومتر بالای سطح دریا

لایه‌ی ازون

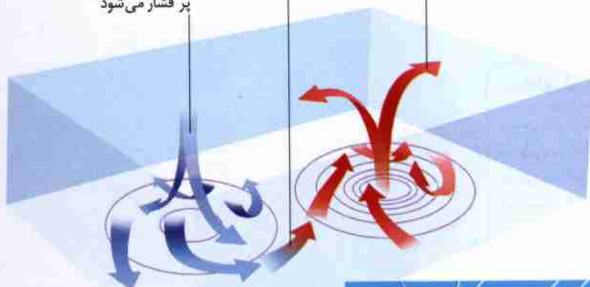
استراتوسفر
۱۲- ۵۰ کیلومتر بالای سطح زمین

تروپوسفر
تا ۱۲ کیلومتر بالای سطح دریا



◀ اندازه‌گیری فشار هوا
فشار هوا را با استفاده از دستگاهی به نام فشار سنج خشک و با واحدی به‌نام میلی‌بار اندازه‌گیری می‌کنند. در پشت صفحه‌ی فشار سنج محفظه‌ای وجود دارد که مقداری از هوای آن را خارج کرده‌اند. تغییرات به‌وجود آمده در فشار هوا، سبب انقباض یا انبساط هوای داخل این محفظه، و در نتیجه، حرکت عقربه روی صفحه می‌شود.

عقربه‌ی فشار سنج
فشار هوا و تا حدودی وضع هوا را نشان می‌دهد



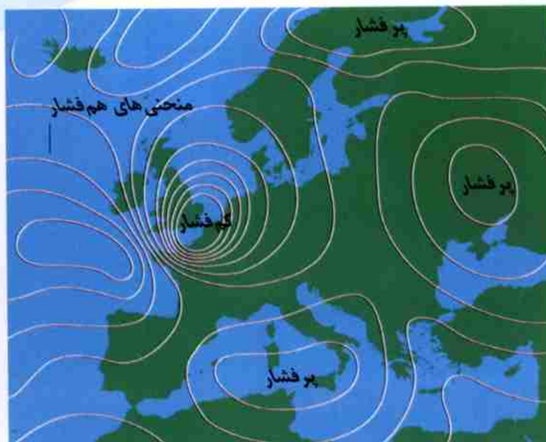
جریان هوای سرد
به‌سمت مناطق کم فشار

هوای سرد در حال سقوط باعث به‌وجود آمدن منطقه‌ی پر فشار می‌شود

هوای گرم در حال صعود باعث به‌وجود آمدن منطقه کم فشار می‌شود

فشار بالا و پایین ◀
هوای گرم از هوای سرد سبک‌تر است؛ بنابر این، به‌سمت بالا می‌رود. هوای گرمی که رو به بالا حرکت می‌کند، باعث به‌وجود آمدن مناطق کم‌فشاری به‌نام سایکلون می‌شود. هوای سردی که رو به پایین حرکت می‌کند، مناطق آنتی‌سایکلون را به‌وجود می‌آورد. هوا همیشه از جای پر فشار به‌جای کم فشار حرکت می‌کند. مناطق پرفشار معمولاً هوای خشک و آفتابی دارند و مناطق کم فشار، بارانی هستند.





▲ خطوط هم‌فشار
روی این نقشه‌ی هواشناسی، فشار هوا با منحنی‌هایی به‌نام خطوط هم فشار (ایزوبار) نشان داده شده است. این منحنی‌ها نشان دهنده‌ی مکان‌هایی با فشار هوای مساوی‌اند. این نقشه‌ی اروپای غربی منطقه‌ی کم فشاری را بر فراز انگلستان نشان می‌دهد که به‌وسیله‌ی چند منطقه‌ی پرفشار احاطه شده است. در مناطقی که منحنی‌های هم‌فشار به هم نزدیک هستند، فشار هوا به‌سرعت تغییر می‌کند و گفته می‌شود که این مناطق دارای شیب تغییر فشارند. ویژگی آن‌ها، وزش بادهای شدید در این مکان‌ها است.



اوانجلیستا توریچلی
ایتالیایی، ۱۶۰۶-۱۶۴۷
توریچلی، در دهه‌ی ۱۶۴۰، فشار هوا را کشف کرد و اولین فشارسنج را با وارونه کردن یک لوله‌ی شیشه‌ای پر از جیوه درون یک ظرف، ساخت. جیوه در داخل لوله و نزدیکی دهانه‌ی بسته‌ی آن، در ارتفاع ۷۶ سانتی‌متری باقی ماند. توریچلی با انجام این آزمایش نتیجه گرفت که فشار هوا مانع از بیشتر پایین آمدن جیوه می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اکسیژن ۳۹ • نیتروژن ۴۲-۴۳ • فشار ۷۴-۷۵ • آب و هوا ۲۳۸-۲۳۹ • باد ۲۴۰-۲۴۱

آب و هوا

هر قسمت از زمین، اقلیم یا آب و هوای خود را دارد. منظور از اقلیم، وضعیت خاص آب و هوا در مدت زمان طولانی است. آب و هوای یک منطقه، بستگی به عرض جغرافیایی آن (فاصله از شمال یا جنوب خط استوا)، ارتفاع از سطح دریا و فاصله از دریا دارد. در بسیاری از قسمت‌های دنیا، شرایط آب و هوایی در **فصل**‌های مختلف، متغیر است. اقلیم یک منطقه، روی انواع گیاهان و جانوران موجود در آن و نوع خانه‌هایی که مردم آن محل می‌سازند، تأثیر می‌گذارد.



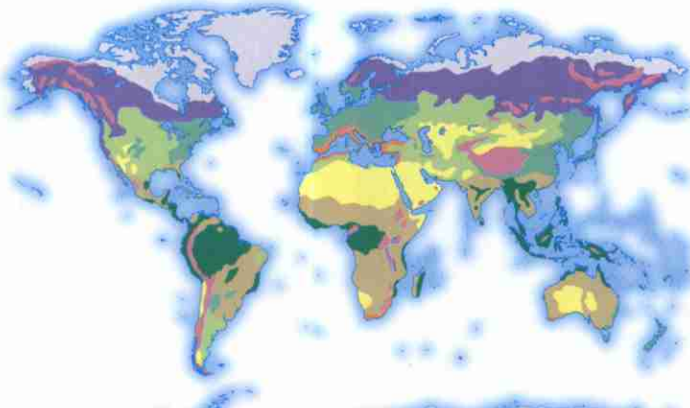
▼ **جنگل استوایی**
جنگل‌های بارانی انبوه و استوایی در کمربند شمالی و جنوبی استوا، جایی که آب و هوا گرم و مرطوب است، قرار دارند. در این جنگل‌ها دمای هوا بین ۲۴ تا ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد متغیر است و تقریباً هر روز باران می‌بارد. مناطق نیمه‌استوایی، که در هر دو طرف منطقه‌ی استوایی قرار دارند، خنک‌ترند. بعضی از قسمت‌های نیمه استوایی، طی سال، یک فصل خشک و یک فصل بارانی دارند.

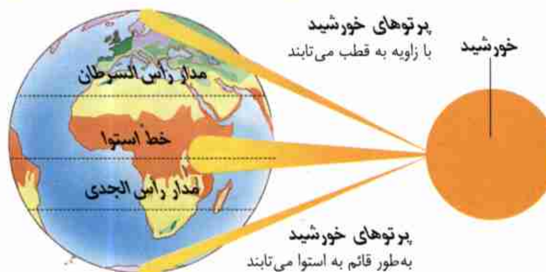


◀ **تغییر آب و هوا**
دانشمندان می‌توانند با تحقیق روی نمونه‌هایی از یخ‌هایی که در مناطق قطبی(مانند این تصویر از قطب جنوب) و از اعماق مختلف یخچال‌ها برمی‌دارند، اطلاعاتی درباره‌ی آب و هوای زمین در گذشته‌های دور به دست آورند. عمیق‌ترین یخ‌ها اطلاعاتی درباره‌ی شرایط آب و هوایی به هنگام ریزش برف در صدها یا هزاران سال پیش در اختیار ما قرار می‌دهند. آب و هوای زمین ثابت نمی‌ماند و گاه حتی به سرعت تغییر می‌کند. ایجاد و از بین رفتن عصرهای یخبندان در طول زمان‌های گذشته، نمونه‌هایی از این تغییرات است.

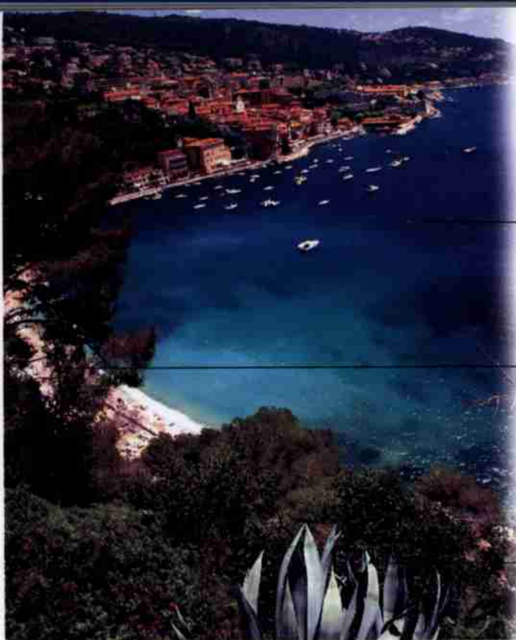
مناطق آب و هوایی

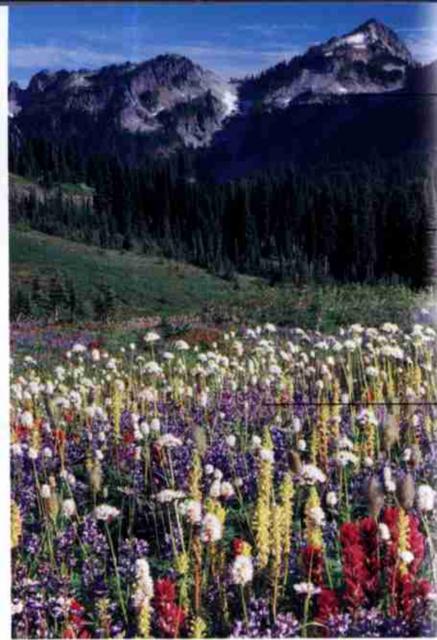
خشکی‌های زمین را می‌توان، براساس میانگین دما، میزان بارندگی و نوع رویش گیاهان آن‌ها، به ۹ اقلیم یا منطقه‌ی آب و هوایی اصلی تقسیم کرد. مناطق استوایی، در تمام طول سال گرمند، در حالی که مناطق قطبی و قلّه کوه‌های بلند، همیشه سردند. مناطقی که بین دو قطب و استوا قرار گرفته‌اند، مانند جنگل‌های معتدل و مناطق مدیترانه‌ای، آب و هوایی معتدل دارند که البته به‌طور فصلی تغییر می‌کند. آب و هوای بیابان‌ها خشک است و میزان بارندگی سالانه، در آن‌جا به کمتر از ۲۵ سانتی‌متر می‌رسد.





◀ **گرمای خورشید**
سطح انحنادار زمین باعث می‌شود که مناطق مختلف آن مقادیر متفاوتی از گرمای خورشید را دریافت کنند. خورشید نیم‌روز، مستقیم در بالای خط استوا قرار دارد، بنابراین مناطق استوایی همیشه گرمند. در قطب‌ها، ارتفاع خورشید در آسمان کم است و پرتوهای خورشید روی مناطق وسیع‌تری می‌تابد و باید مسافت بیشتری را برای عبور از اتمسفر طی کند، بنابر این قطب‌ها همیشه سردند.





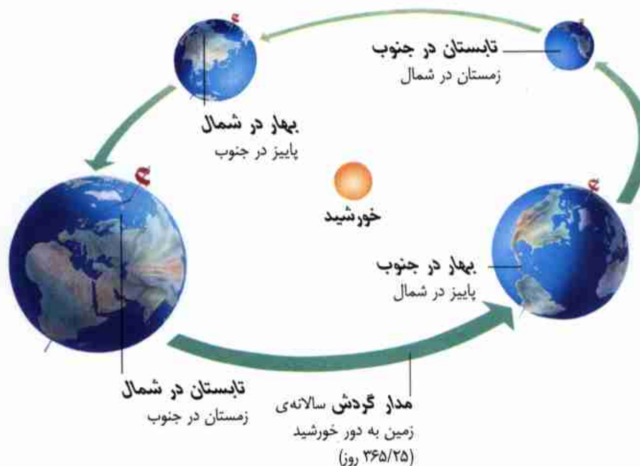
▲ **آب و هوای ساحلی**
خورشید بر این دریای فیروزه‌ای رنگ در جنوب فرانسه، جایی که تابستان‌هایی گرم و خشک دارد، می‌تابد. مناطقی که در نزدیکی ساحل قرار دارند، معمولاً مرطوب‌تر و معتدل‌تر از مناطق دور از ساحلند. اگر چه دریا گرمای خورشید را، در مقایسه با خشکی، آهسته‌تر جذب می‌کند و آهسته‌تر نیز آن را در محیط آزاد می‌کند، این پدیده باعث می‌شود که مناطق ساحلی تابستان‌هایی خنک‌تر و زمستان‌هایی گرم‌تر داشته باشند. بادهای مرطوب اقیانوسی که در مناطق غیرساحلی می‌وزند، باعث بارندگی و خنک شدن مناطق ساحلی در فصل تابستان می‌شوند.

▲ **آب و هوای کوهستانی**
هوای رقیق موجود در بالای کوه‌ها، نمی‌تواند گرمای خورشید را به اندازه‌ی هوای سطح دریا، جذب کند. به همین دلیل، با هر ۱۵۰ متری که از کوه بالا می‌رویم، یک درجه‌ی سانتی‌گراد از دمای هوا کاسته می‌شود. این پدیده باعث به‌وجود آمدن مناطق آب و هوایی مختلف در ارتفاعات متفاوت کوه‌ها و رویش گیاهی خاص در این مکان‌ها می‌شود. خط برف در قطب‌ها نزدیک به سطح دریاست و با نزدیک شدن به استوا، تا ارتفاع ۵ هزار متری بالا می‌رود.



فصل‌ها

فصل‌های سال بر اساس شرایط هوایی خاص خود مشخص می‌شوند. در بسیاری از قسمت‌های دنیا، دمای هوا و طول روز در فصل‌های مختلف تغییر می‌کنند. این تغییرات بر رویش گیاهان، رفتار جانوران و زندگی انسان تأثیر می‌گذارد. علت پیدایش فصل‌ها این است که محور چرخش زمین (خط فرضی که از دو قطب می‌گذرد) با سطح مدار آن در گردش به‌دور خورشید اندکی زاویه‌دار است. کم‌ترین تغییرات فصلی در مناطق استوایی و بیشترین آن‌ها، در مناطق قطبی وجود دارد.



◀ **فصل‌های زمین**
وقتی قطب شمال به‌سمت خورشید متمایل می‌شود، نیمکره‌ی شمالی (نیمه‌ی زمین در بالای خط استوا) فصل تابستان را می‌گذراند. شش ماه بعد، وقتی قطب جنوب به‌سمت خورشید متمایل می‌شود، در نیم کره‌ی جنوبی (نیمه‌ی زمین در پایین خط استوا) فصل تابستان است.



◀ **فصل‌های مناطق معتدل**
سرزمین‌های معتدل، که بین مناطق استوایی و قطبی واقع شده‌اند، چهار فصل سال را دارا هستند. وضع ظاهری درختها و گیاهان مناطق معتدل نشان دهنده‌ی این تغییرات فصلی است. در فصل بهار، درخت‌ها صاحب برگ‌های تازه می‌شوند. این برگ‌ها در تابستان، که گرم‌ترین فصل سال با طولانی‌ترین روزها است، کاملاً سبز می‌شوند. در پاییز، برگ‌های درخت‌ها می‌ریزند و درختان خود را برای فرا رسیدن فصل زمستان، که سردترین فصل سال با کوتاه‌ترین روزها است، آماده می‌کنند.



◀ **فصل‌های مناطق قطبی**
این عکس‌ها که با فاصله‌ی زمانی و در فصل تابستان، در شمال نروژ گرفته شده‌اند، نشان می‌دهند که در روزهای تابستانی این منطقه، خورشید تا مدتی هیچ وقت غروب نمی‌کند و روزها ۲۴ ساعتند. در عوض، در فصل زمستان، خورشید هرگز طلوع نمی‌کند و همیشه هوا تاریک است. دمای هوای قطب در تابستان سرد و در زمستان به‌شدت سرد است.

نیز نگاه کنید به ◀◀ سیاره‌ی زمین ۲۰۴-۲۰۵ • وضع هوا ۲۳۸-۲۳۹ • زیستگاه‌ها ۲۴۶-۲۴۷ • درختان ۲۶۸-۲۶۹

وضع هوا

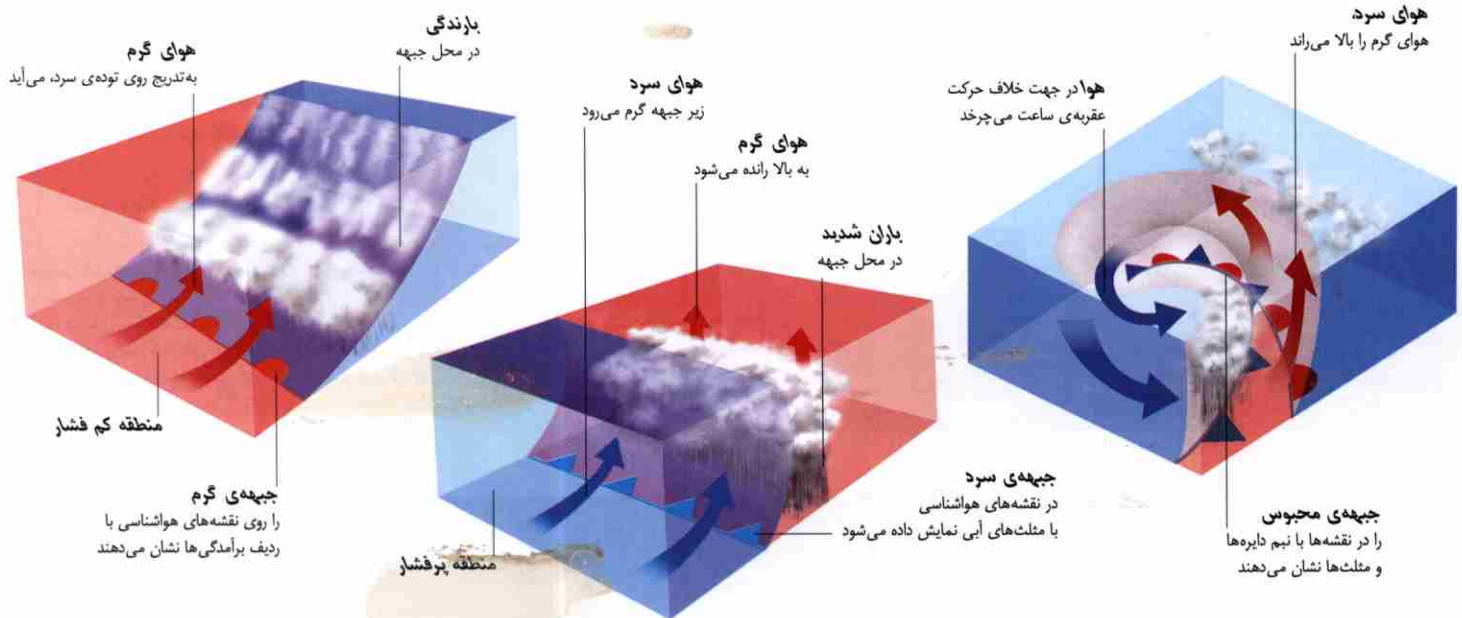
وضع هوا، شرایط روزانه‌ی اتمسفر، در یک زمان و مکان خاص است؛ که بستگی به گرمی یا سردی، رطوبت یا خشکی و آرام یا نا آرام بودن هوا و ریزش برف و باران دارد. **هواشناسی** مطالعه‌ی وضع هوا است. خورشید عامل اصلی در تغییر وضع هواست. خورشید توده‌های هوا را در قسمت‌های مختلف زمین به مقدار نامساوی گرم می‌کند و تفاوت‌هایی در فشار هوا به‌وجود می‌آورد. این اختلاف فشار باعث می‌شود که هوا از مناطق پرفشار به نقاط کم‌فشار حرکت کند و باد بوزد، در جاهایی، **جبهه‌های هوا** به‌وجود می‌آیند و توده‌های در حال حرکت هوا، با هم برخورد می‌کنند.

▲ تغییر وضع هوا
این تصویر ابرهایی را که بر اثر تابش آفتاب از روی دریا برمی‌خیزند و ریزش باران‌های شدید را موجب می‌شوند، نشان می‌دهد. در بعضی از قسمت‌های زمین، نظیر مناطق استوایی، شرایط آب و هوایی معمولاً هفته‌ها ثابت می‌ماند. در جاهای دیگر، وضع هوا هر لحظه تغییر می‌کند و مشاهده می‌کنیم که در فاصله‌ی چند ساعت ابرهای انبوه در آسمان ظاهر می‌شوند، می‌بارند و سپس، خورشید از لابه‌لای آن‌ها خودنمایی می‌کند.

جبهه‌های هوا

جبهه‌های هوا مرزهایی هستند که در آنها توده‌های هوایی که دما و رطوبت مشابهی ندارند، با هم برخورد می‌کنند و بر یکدیگر فشار می‌آورند. هوای گرم، نسبت به هوای سرد، کم تراکم‌تر و سبک‌تر است؛ بنابر این، بالای هوای سرد قرار می‌گیرد.
هوای گرمی که رو به بالا حرکت می‌کند، باعث ایجاد منطقه‌ای کم فشار می‌شود. پیدایش این مناطق معمولاً با وزش بادهای تند و شروع بارندگی توأم است.

وضع هوا
weather



▲ جبهه‌ی گرم
جبهه‌ی گرم هنگامی به‌وجود می‌آید که توده‌ای از هوای گرم با توده‌ای از هوای سرد برخورد کند. در این هنگام، هوای گرم به‌آرامی به‌سمت بالای هوای سرد حرکت می‌کند و منطقه‌ی کم‌فشاری را به‌وجود می‌آورد. با سرد شدن هوای گرم در حال صعود، رطوبت داخل آن به‌صورت ابر در می‌آید و بارش باران را به‌دنبال دارد.

▲ جبهه‌ی سرد
جبهه‌ی سرد هنگامی به‌وجود می‌آید که توده‌ای از هوای سرد به توده‌ای از هوای گرم نزدیک می‌شود. با برخورد این دو توده، جبهه‌ای با شیب تند تشکیل می‌شود و هوای گرم با فشار و به‌سرعت رو به بالا می‌رود. این پدیده باعث به‌وجود آمدن ابرهای بسیار بلند توفان‌زایی می‌شود که باران‌های سیل‌آسا را به‌همراه دارند.

▲ جبهه‌ی محبوس
جبهه‌های سرد اغلب چند ساعت عقب‌تر از جبهه‌های گرم قرار دارند. گردش زمین، توده‌های در حال حرکت هوا را می‌چرخاند و باعث می‌شود که جبهه‌ها به‌صورت مارپیچ در اطراف یکدیگر حرکت کنند. در این حال، هوای گرم و سرد، به‌تدریج در هم فرو می‌روند و جبهه‌ی محبوس را به‌وجود می‌آورند. این جبهه ابری شدن آسمان و بارندگی را به‌دنبال دارد.

هواشناسی

هواشناسی، مطالعه‌ی شرایط جوّی و تحولات آن است. وظیفه‌ی دشوار هواشناسان پیش‌بینی وضع هوا برای چند روز آینده (پیش‌بینی‌های کوتاه مدت) و برای هفته یا هفته‌های بعد (پیش‌بینی‌های بلند مدت) است. همه‌ی ما برنامه‌ریزی‌های روزانه‌ی خود را براساس پیش‌بینی‌های وضع هوا انجام می‌دهیم، اما این پیش‌بینی‌ها برای کشاورزان، شرکت‌های کشتی‌رانی و هواپیمایی و نیز نیروگاه‌ها (با توجه به تغییرات مقدار مصرف انرژی)، اهمیت بسیاری دارد.

مطالعه‌ی وضع هوا



مرکز هواشناسی ◄
در این تصویر، اطلاعاتی را که به‌وسیله‌ی دستگاه‌های ردیاب وضع هوا گردآوری شده است، روی صفحه‌های رایانه می‌بینید. سازمان هواشناسی جهانی (WMO) دارای ۱۳ مرکز اصلی است که اطلاعات را از ایستگاه‌های هواشناسی سراسر دنیا جمع‌آوری می‌کنند. این اطلاعات وارد اَبَررایانه‌هایی می‌شوند که وظیفه‌ی آن‌ها پیش‌بینی وضع هوا در مناطق وسیعی از سطح زمین است.



ایستگاه‌های هواشناسی ◄
در این تصویر، این پژوهشگر دستگاه ردیابی را در ایستگاه هواشناسی قطب جنوب بازبینی می‌کند. بیش از ۱۰ هزار ایستگاه هواشناسی در نقاط مختلف زمین مستقر هستند. بعضی از آن‌ها در محل‌های دور افتاده، مانند ساحل‌ها، جزیره‌ها و حتی زمین‌های خالی از سکنه، نصب شده‌اند. ایستگاه‌های هواشناسی دما، فشار، رطوبت هوا و سرعت و جهت وزش باد را ثبت می‌کنند.



رادارهای هواشناسی ◄
این رادار امواج رادیویی را که از رطوبت هوا به زمین منعکس می‌شوند، ردیابی می‌کند. این فناوری امکان تشخیص و پیش‌بینی وضع هوا را برای هواشناسان فراهم می‌کند. اطلاعات هواشناسی، علاوه بر ایستگاه‌های هواشناسی بسیار متعدد در نقاط مختلف خشکی، به‌وسیله‌ی کشتی و شناورها در دریا و هواپیما و بالن‌هایی که دستگاه‌ها را تا ارتفاع بالایی در جوّ می‌برند، گردآوری می‌شود.

ماهواره‌های هواشناسی ◄
دانشمندان با استفاده از ماهواره‌هایی که بر فراز زمین در مدار قرار گرفته‌اند، وضعیت هوا را بررسی می‌کنند. ماهواره‌ها تصاویری از ابرها و توفان‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهند. آن‌ها با استفاده از حس‌گرهای پیشرفته، وضع دما و رطوبت را نیز بررسی می‌کنند.

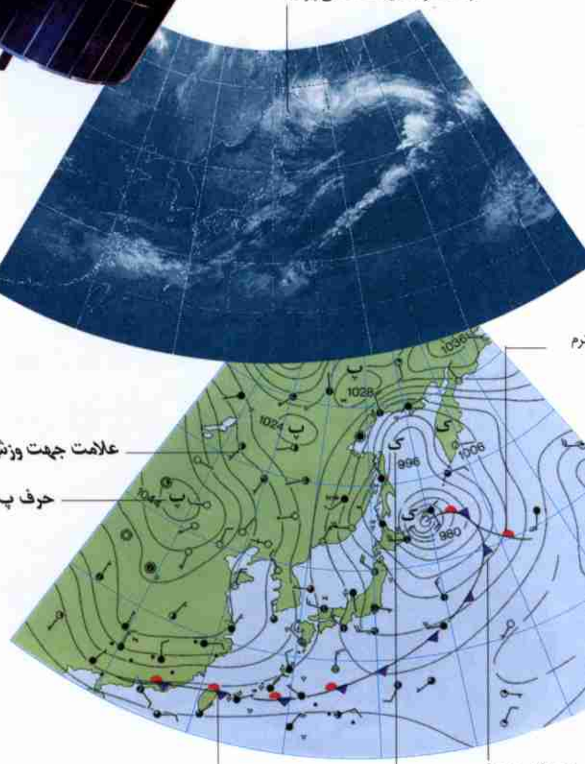


تجهیزات درون ماهواره
تغییرات هوایی را ثبت می‌کند

پوشش آلومینیومی
سبک و محافظ

ابرها در اطراف نقطه‌ی کم‌فشار در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخند

◄ تصویر ماهواره‌ای
ابزارهایی به نام رادیومتر، که در ماهواره‌های هواشناسی نصب شده‌اند، از ابرهایی که سطح زمین را می‌پوشانند، عکس تهیه می‌کنند. این عکس‌ها به هواشناسان، در تحقیق درباره‌ی جبهه‌های هوا کمک می‌کنند. این تصویر ماهواره‌ای یک منطقه‌ی کم‌فشار را نشان می‌دهد که از شمال شرقی ژاپن در حال حرکت است و هوای نا آرام مرطوب را برای منطقه به‌همراه دارد.



علامت جهت وزش باد

حرف پ (H) علامت محل پرفشار است

◄ نقشه‌ی هواشناسی
یک نمودار اجمالی یا نقشه‌ی هواشناسی، شرایط موجود در جوّ را در زمان و مکانی خاص نشان می‌دهد. در این نقشه وضعیت و تغییرات هوایی ژاپن و مناطق مجاور آن مشخص شده است. شرایط جوّی با استفاده از نمادهای مشخص جهانی نشان داده می‌شود. منحنی‌های هم‌فشار، مناطقی را که دارای فشار هوای یکسان هستند، به‌هم پیوند می‌دهند.

جبهه‌ی محبوس
محل اختلاط هوای گرم و سرد

حرف ک (L)
علامت محل کم‌فشار است

جبهه‌ی سرد

نیز نگاه کنید به ◄◄ انتقال گرما ۸۲-۸۳ • انسفر ۲۳۴-۲۳۵ • آب و هوا ۲۳۶-۲۳۷ • باد ۲۴۰-۲۴۱ • ابرها ۲۴۲-۲۴۳

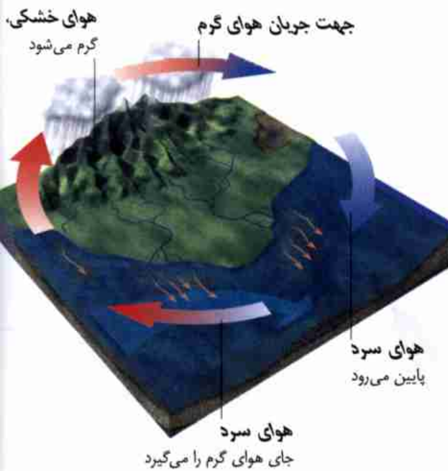
باد

هوای متحرک را باد می‌نامند. وقتی خورشید سطح زمین را گرم می‌کند، دمای هوا بالا می‌رود و در نتیجه، هوا منبسط می‌شود و رو به بالا می‌رود. از طرف دیگر، هوای سرد می‌خواهد جای هوای گرمی را که بالا رفته، بگیرد. این جابه‌جایی‌ها وزش باد را سبب می‌شوند. طبق قوانین فیزیکی، هوا همیشه از مناطق پرفشار به مناطق کم‌فشار جریان می‌یابد. هر چه این اختلاف فشار بیشتر باشد، وزش باد هم شدیدتر خواهد بود.

▼ نسیم‌های دریا و خشکی

بادهای محلی، که نسیم‌های دریا و خشکی نامیده می‌شوند، اغلب در مناطق ساحلی می‌وزند. در روز، خشکی سریع‌تر از دریا گرم می‌شود و هوای گرم آن رو به بالا می‌رود و هوای سردِ روی آب، که می‌خواهد جای هوای گرم را بگیرد، نسیمی را از دریا به‌سوی خشکی پدید می‌آورد. اما در شب، برعکس، خشکی سریع‌تر از دریا خنک می‌شود؛ بنابر این، هوای بالای دریا به‌طرف بالا حرکت می‌کند و نسیم خنک ساحلی، از ساحل به‌سمت دریا می‌وزد.

نسیم روز

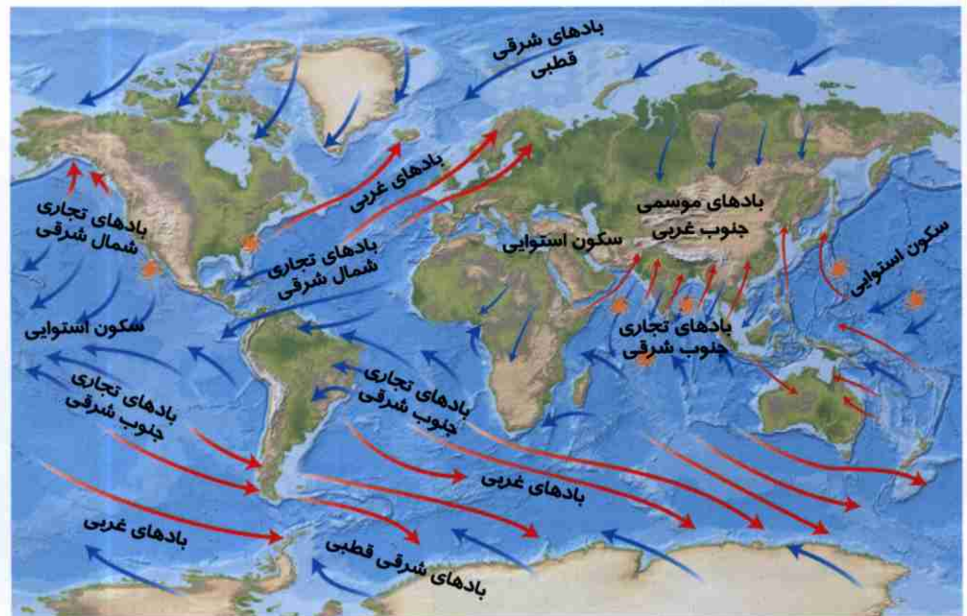


نسیم شب



بادهای مهم روی زمین

هوا، در قطب‌های زمین، پرفشار و سرد است، در استوا، هوا کم‌فشار و گرم است. وجود این ویژگی، به‌علاوه‌ی چرخش زمین، باعث به‌وجود آمدن الگویی از بادهای گرم و سرد در سراسر دنیا می‌شود. قاره‌ها و کوه‌های مرتفع نیز باعث به‌وجود آمدن الگوی بادی، نظیر بادهای موسمی در جنوب آسیا، می‌شوند. مناطق واقع بر خط استوا، که بادهای بسیار ملایم در آن‌جا می‌وزد، مناطق سکونِ استوایی نام دارند. کشتی‌های بادبانی قدیمی که به این محل‌ها می‌رسیدند، به ناچار باید مدت‌های طولانی در همان‌جا می‌ماندند تا بادی بوزد و آن‌ها بتوانند به راه خود ادامه دهند.





بادهای موسمی ◄

بادها اغلب از یک جهت می‌وزند. اگر وزش این بادها شدید باشد، درخت‌ها کج می‌رویند. جهت باد همیشه بستگی به جایی دارد که باد از آن‌جا می‌وزد، نه به‌جایی که باد به‌سمت آن می‌وزد. مثلا باد شرقی یعنی بادی که از شرق به غرب می‌وزد سرعت باد را با مقیاس متر در ساعت یا کیلومتر در ساعت، می‌سنجند. سرعت باد در دریاها، با مقیاس بوفورت، از صفر (بدون باد) تا ۱۲ (باد شدید)، اندازه‌گیری می‌شود

هوریکن

هوریکن، توفانی شدید و چرخشی، همراه با بادهای بسیار پر سرعت است. هوریکن به‌شکل گروهی از تندبادهایی در نزدیکی خط استوا شروع می‌شود. اگر این بادها با هم شروع به چرخیدن کنند، توفان استوایی پدید می‌آید، که اگر سرعت بادها به ۱۲۰ کیلومتر در ساعت برسد، به آن هوریکن گفته می‌شود. در اقیانوس آرام، به هوریکن، تیفون (typhoon) و در اقیانوس هند، سایکلون (cyclone) گفته می‌شود.



بادهایی که در ارتفاع بالا می‌وزند هوای خشک و سرد را با خود می‌برند

هوای خشک و سرد در چشم توفان پایین می‌آید

▲ چشم هوریکن
مرکز و ابرهای توفانی و چرخشی هوریکن را می‌توان در این تصویر ماهواره‌ای که از فراز زمین گرفته شده است مشاهده کرد. شدیدترین بادها در دیواره‌ی چشم (دیواره‌ای مرتفع از ابر در اطراف چشم) وجود دارند. سرعت این بادها اغلب به ۳۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد. البته در خود مرکز، تقریباً هیچ بادی وجود ندارد. قطر مرکز معمولاً بین ۸ تا ۲۵ کیلومتر است. پهنای هوریکن، گاه به بیش از ۸۰۰ کیلو متر می‌رسد.

◄ درون یک هوریکن
هر هوریکن، شامل ستون‌های چرخشی تندبادهایی می‌شود که به دور یک نقطه‌ی مرکزی ثابت می‌چرخند. هوای گرم داخل این ستون‌ها، در اطراف مرکز یا چشم به‌جریان در می‌آیند و صعود می‌کنند. فشار هوای موجود در مرکز، به‌اندازه‌ای پایین است که در عبور از روی دریاها، آب به‌سمت بالا برآمده می‌شود. اگر هوریکن با خشکی برخورد کند، این برآمدگی تبدیل به توده‌ای از آب می‌شود که ساحل را با یک موج توفانی به زیر آب می‌برد.

دیواره‌ی چشم
از بادهای شدید و گرمی تشکیل شده است که به‌شکل چرخشی به‌سمت بالا حرکت می‌کنند

بادها و باران در اطراف چشم و به‌صورت مارپیچ بالا می‌روند

تورنادو

تورنادو، ستونی در حال چرخش و قیف‌مانند از هواست. در داخل این ستون، بادها می‌توانند با سرعتی بیش از ۴۸۰ کیلومتر در ساعت بوزند، این‌ها پرسرعت‌ترین بادهای روی زمین به‌شمار می‌آیند. این بادهای شدید، در مسیر خود ساختمان‌ها را ویران می‌کنند. تورنادوها در زیر توفان‌های رعد و برقی بزرگ به‌وجود می‌آیند و پهنای آن‌ها می‌تواند از چند متر تا ۸۰۰ متر باشد. بیشتر تورنادوها در ایالات متحده، به‌خصوص در بخش مرکزی آن، اتفاق می‌افتند.

◄ توفان‌های چرخشی (گردباد)
این تورنادو که در کانزاس، واقع در ایالات متحده، اتفاق افتاده، در مسیر خود خاک را به درون کشیده است. این بادهای شدید، هر چیزی را که با آن برخورد کند، از بین می‌برند. تکه‌های باقی‌مانده از اجسام، که به اطراف پرتاب می‌شوند، بسیار خطرناک هستند. خسارت‌های تورنادو، محدود به یک منطقه‌ی خاص و کوچک می‌شود؛ طوری که ممکن است خانه‌ای ویران شود، در حالی‌که خانه‌ی مجاور آن کاملاً سالم بماند.



نیز نگاه کنید به ◄◄ فشار ۷۴-۷۵ • اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵ • آب و هوا ۲۳۶-۲۳۷ • وضع هوا ۲۳۸-۲۳۹

ابرها

هوا همیشه دارای مقداری بخار حاصل از تبخیر آب اقیانوس‌ها، دریاچه‌ها و زمین است. ابرها هنگامی تشکیل می‌شوند که هوا در دمای خاصی سرد شود؛ بنابر این مقداری از بخار آب همراه آن تبدیل به آب یا یخ می‌شود. ابرها از میلیون‌ها قطره‌ی ریز آب یا بلورهای یخ، که از شدت کوچکی در هوا معلق هستند، ساخته می‌شوند. به مقدار بخار آب موجود در هوا **رطوبت** گفته می‌شود. هوای گرم و مرطوب اغلب باعث به‌وجود آمدن **توفان‌های رعد و برقی** می‌شود.

▼ چگونگی تشکیل ابر

برای تشکیل ابر، هوای مرطوب باید صعود کند. این هوای مرطوب، به هنگام بالا رفتن، سرد و منبسط می‌شود و بخار آب موجود در آن تبدیل به آب یا یخ می‌شود. هوا به سه روش صعود می‌کند.



در روزهای گرم، زمین هوای بالای خود را گرم می‌کند. هوا منبسط می‌شود و به‌سمت بالا می‌رود و ابرهای همرفتی تشکیل می‌شوند.



وقتی هوا به یک رشته کوه می‌رسد، بالا می‌رود و سرد می‌شود. این پدیده باعث تشکیل ابرهایی به نام اوروگرافیک می‌شود.



در یک جبهه‌ی هوا (جایی که هوای گرم و سرد با هم برخورد می‌کنند) هوای گرم بالای هوای سرد می‌رود و ابرهای جبهه‌ای تشکیل می‌شوند.


کومولوس


آلتوکومولوس و استراتوس


آلتوکومولوس


سیروس

▲ انواع ابر

ابرها، بر اساس شکل و ارتفاعشان از سطح دریا، نام‌گذاری می‌شوند. ابرهای کومولوس توده‌ای پشته‌پشته و ابرهای استراتوس لایه‌لایه‌اند. واژه‌ی آلتو (alto) به معنای «سطح متوسط» و سیرو (cirro) به معنای «سطح بالا» است. بنابر این ابرهای کومولوس، توده‌ای هستند و در سطح پایین قرار دارند، ابرهای استراتوس لایه‌لایه‌اند و ارتفاعشان کم است. آلتو کومولوس‌ها، ابرهایی توده‌ای در سطح متوسط هستند و ابرهای سیروس، پر مانند و مرتفع‌اند.



قله‌ی سفید و قارچی شکل
ابر از بلورهای یخ تشکیل شده است

ابرهای کومولونیمبوس

ابرهای بسیار مرتفع کومولونیمبوس، هنگامی به‌وجود می‌آیند که یک ابر کومولوس، هنگام صعود دچار آشفتگی شود. ارتفاع این ابرها گاه به ۹۰۰۰ متر هم می‌رسد، ابرهای کومولونیمبوس، باران‌های سیل‌آسا، تگرگ و وزش بادهای تند و سرد را موجب می‌شوند.

رگبار تگرگ

رطوبت

رطوبت مقدار بخار آب موجود در هواست. هر چه هوا گرم‌تر باشد، بخار آب بیشتری را در خود جا می‌دهد. هوای اشباع‌شده هوایی است که دارای بیشترین مقدار بخار آب در دمایی خاص باشد. رطوبت نسبی، مقدار واقعی بخار آب موجود در هوا، در مقایسه با حداکثر مقدار بخار آب لازم برای اشباع‌شدن هوا در آن دما است. رطوبت نسبی هوای اشباع‌شده، به صد در صد می‌رسد.



▲ **مه**
مه لایه‌ای از ابر است که در نزدیکی زمین قرار می‌گیرد. این پدیده هنگامی روی می‌دهد که هوای گرم و مرطوب به منطقه‌ای که آب یا زمین آن سرد است، نزدیک می‌شود. گاه مه هنگامی به‌وجود می‌آید که هوای مرطوب با زمینی که در شب‌های صاف و آرام به‌سرعت سرد شده است، تماس پیدا می‌کند.



▲ **برفک**
اگر دمای هوا به زیر نقطه‌ی انجماد (صفر درجه) برسد، رطوبت موجود در آن به‌صورت بلورهای ریز یخ در سطح اجسام، که به برفک درون یخچال شبیه است، در می‌آید. شبنم هنگامی تشکیل می‌شود که مقداری از بخار آب موجود در هوای مرطوب با سطح سرد زمین تماس پیدا می‌کند. این بخارها به‌جای برفک زدن، تبدیل به قطرات ریز آب می‌شوند.

توفان رعد وبرقی

این وضع هنگامی به‌وجود می‌آید که یک ابر کومولونیمبوس بیش از اندازه بزرگ شود. این ابر باعث ایجاد صاعقه، رعد و برق، بارش سنگین باران و تگرگ، وزش بادهای شدید و حتی تورنادو (گردباد) می‌شود. هر روز، حدود ۴۰۰۰۰ توفان از این نوع در دنیا ـ البته بیشتر در مناطق استوایی که هوای آن‌ها گرم و مرطوب است- اتفاق می‌افتد. ابرهای توفان‌زا را می‌توان از قسمت مسطح شده‌ی بالای آن‌ها تشخیص داد.

صاعقه ◄
صاعقه، جرقه‌ی مهیب الکتریسته است. وقتی بلورهای یخ و قطره‌های ریز آب معلق در هوا در داخل ابر توفان‌زا، با هم برخورد می‌کنند، الکتریسته‌ی ساکن ایجاد می‌شود. صاعقه هنگامی به‌وجود می‌آید که جرقه‌ی الکتریکی در درون یک ابر یا بین دو ابر و یا یک ابر و زمین پدید آید. یک جرقه‌ی صاعقه می‌تواند هوا را حدود ۳۰۰۰۰ درجه سانتی گراد، آن هم در یک لحظه، گرم کند؛ بنابر این این هوا به‌طور ناگهانی منبسط می‌شود و صدای مهیبی را پدید می‌آورد.

چگونگی ایجاد صاعقه

بار منفی در قاعده‌ی یک ابر توفان‌زا و بار مثبت در نوک آن جمع می‌شود. بارهای مثبت و منفی یکدیگر را جذب می‌کنند و صاعقه در ابر ایجاد می‌شود. بارهای منفی موجود در قاعده‌ی ابر نیز بارهای مثبت زمین را جذب می‌کنند. بنابر این، جرقه‌ی صاعقه، به‌سرعت در هوای بین ابر و زمین جاری می‌شود.



+ بار مثبت
– بار منفی

باران

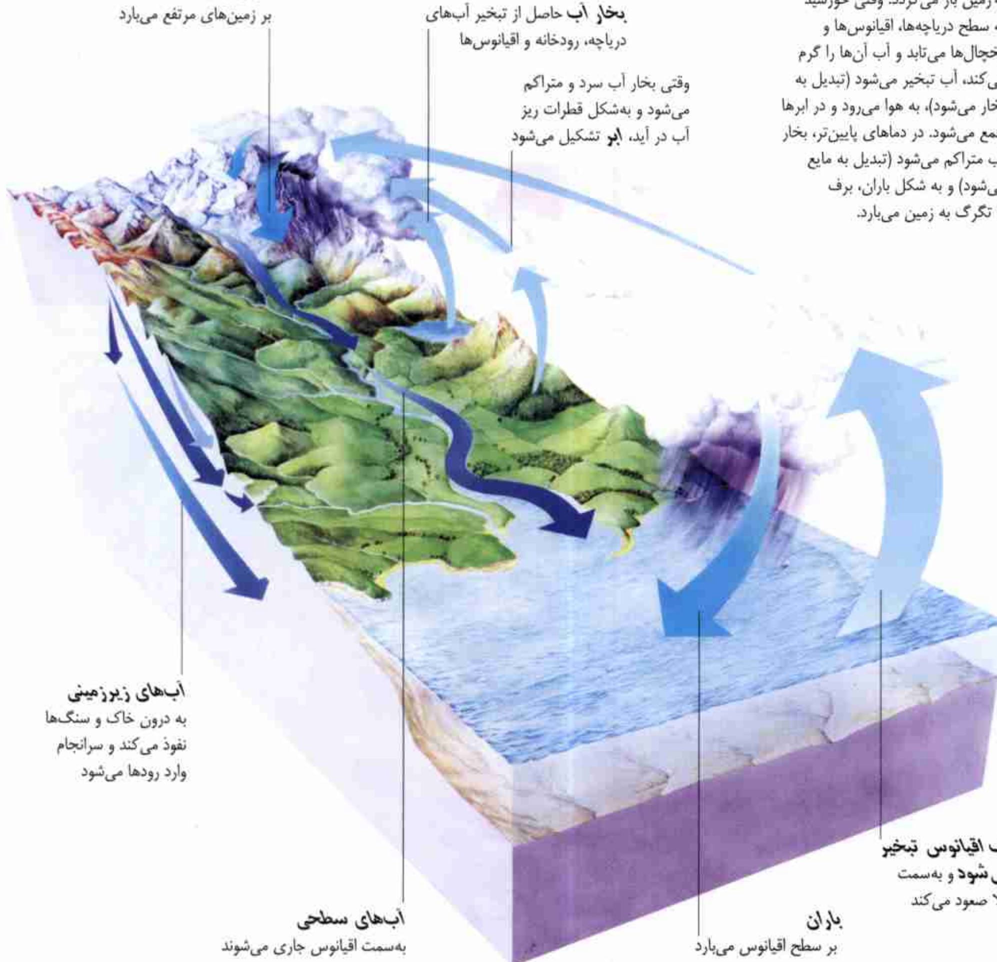
رطوبتی که در ابرها جمع می‌شود، سرانجام به‌شکل باران، **برف** یا **تگرگ** به‌زمین برمی‌گردد. برای شروع بارندگی، قطرک‌های ریز آب معلق در ابرها به‌هم برخورد می‌کنند و قطره‌های بزرگ‌تری تشکیل می‌دهند. وقتی این قطره‌ها به اندازه‌ای بزرگ و سنگین شوند که دیگر نتوانند در هوا بمانند، به‌صورت باران به‌سوی زمین می‌آیند. زمانی هم که دانه‌های برف در هوا ذوب شوند، قطره‌های باران را می‌سازند.

▲ رنگین‌کمان
وقتی نور خورشید ازمیان قطره‌های باران می‌گذرد، هلال درخشان رنگین‌کمان در آسمان ظاهر می‌شود. نور خورشید، درون هر قطره‌ی آب، به هفت رنگ قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش تجزیه می‌شود.

◀ باد و باران
یک رگبار، خیابان‌های شهر را کاملاً خیس می‌کند. باران به‌صورت یک خط ممتد فرو می‌بارد، ولی هر قطره‌ی باران شکلی گرد و صاف دارد. ریزش باران برای گیاهان و جانوران حیاتی است؛ اما باران سیل‌آسا می‌تواند منجر به بروز سیل شود. بارندگی در برخی از قسمت‌های دنیا بیش از برخی دیگر است. مناطق ساحلی و استوایی اغلب مرطوب هستند، در حالی که در بیابان‌های موجود در میانه‌ی خشکی‌ها تقریباً هرگز باران نمی‌بارد.



▼ چرخه‌ی آب
رطوبت از سطح زمین صعود می‌کند و به‌صورت چرخه‌ی پایان‌ناپذیری که انرژی خورشید آن را به‌وجود می‌آورد، به زمین باز می‌گردد. وقتی خورشید به سطح دریاچه‌ها، اقیانوس‌ها و یخچال‌ها می‌تابد و آب آن‌ها را گرم می‌کند، آب تبخیر می‌شود (تبدیل به بخار می‌شود)، به هوا می‌رود و در ابرها جمع می‌شود. در دماهای پایین‌تر، بخار آب متراکم می‌شود (تبدیل به مایع می‌شود) و به شکل باران، برف یا تگرگ به زمین می‌بارد.



تگرگ

هر دانه‌ی تگرگ مجموعه‌ای از بلورهای یخ است. این گلوله‌ها در داخل ابرهای توفان‌زا که تا ۱۰ کیلومتر بالای زمین امتداد دارند، تشکیل می‌شوند، دما در قاعده‌ی ابر توفان‌زا زیادتر از نوک آن است. این اختلاف دما باعث ایجاد جریان‌های قائم و پرقدرت هوا می‌شود. قطره‌های ریز آب در ابر منجمد می‌شوند و با سرعت به‌سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند. هر بار که دانه‌ی تگرگ به‌سمت نوک سرد ابر رانده می‌شود، لایه‌ی جدیدی از یخ، اطراف آن را می‌گیرد، تا سر انجام این گلوله‌ها به‌اندازه‌ای سنگین می‌شوند که بر زمین فرو می‌بارند.



برش عرضی دانه‌ی تگرگ



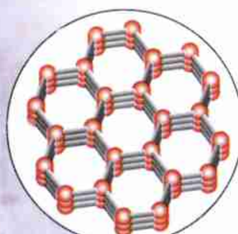
دانه‌ی تگرگ

▲ لایه‌های یخ

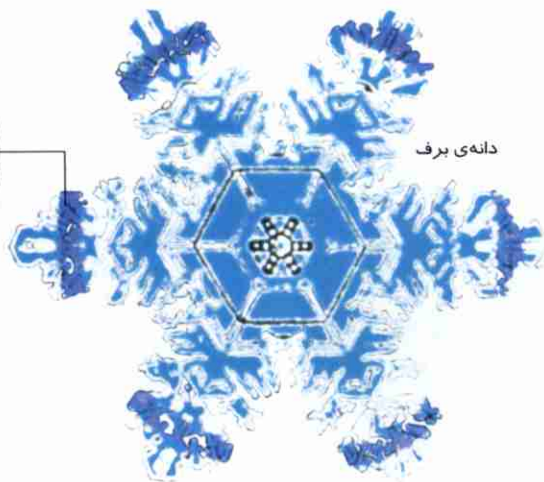
در این عکس، که از برش عرضی یک دانه‌ی تگرگ به‌اندازه‌ی یک پرتقال و با نور پولاریزه گرفته شده است، می‌توان لایه‌های یخ را به‌خوبی دید. هر لایه نشان دهنده‌ی یک حرکت چرخشی دانه تگرگ به سمت بالا و پایین ابر توفانی است. دانه‌های تگرگ، در این اندازه، به‌ندرت تشکیل می‌شوند و قطر بیشتر آن‌ها در حدود یک سانتیمتر است. بارش تگرگ، معمولاً خطرناک است و ممکن است باعث شکستن شیشه‌ها، فرو رفتگی سقف ماشین‌ها، نابودی محصولات یا حتی کشته شدن مردم شود.

برف

برف در ابرهایی که در ارتفاعات بالا قرار دارند، در دمای ۲۰- تا ۴۰- درجه سانتی‌گراد، و وقتی بخار آب به‌شکل بلورهای یخ در می‌آید، تشکیل می‌شود. بلورها با هم برخورد می‌کنند و دانه‌های بزرگ‌تر برف را تشکیل می‌دهند. این دانه‌های سنگین دیگر در هوا معلق نمی‌مانند و به‌سمت زمین فرو می‌بارند. گاهی اتفاق می‌افتد که برف و باران با هم توام می‌شوند و برفی آب‌دار روی زمین می‌نشیند.



ساختار شبکه‌ای بلور برف



دانه‌ی برف

▲ شکل بلور برف

بلور برف، تک بلوری از جنس یخ است. یک دانه‌ی برف می‌تواند یک بلور برف یا چند بلور به هم چسبیده باشد. تمام بلورهای برف دارای شکلی شش وجهی هستند. مولکول‌های ریز آب داخل یخ، در یک شبکه‌ی منظم شش وجهی قرار می‌گیرند.

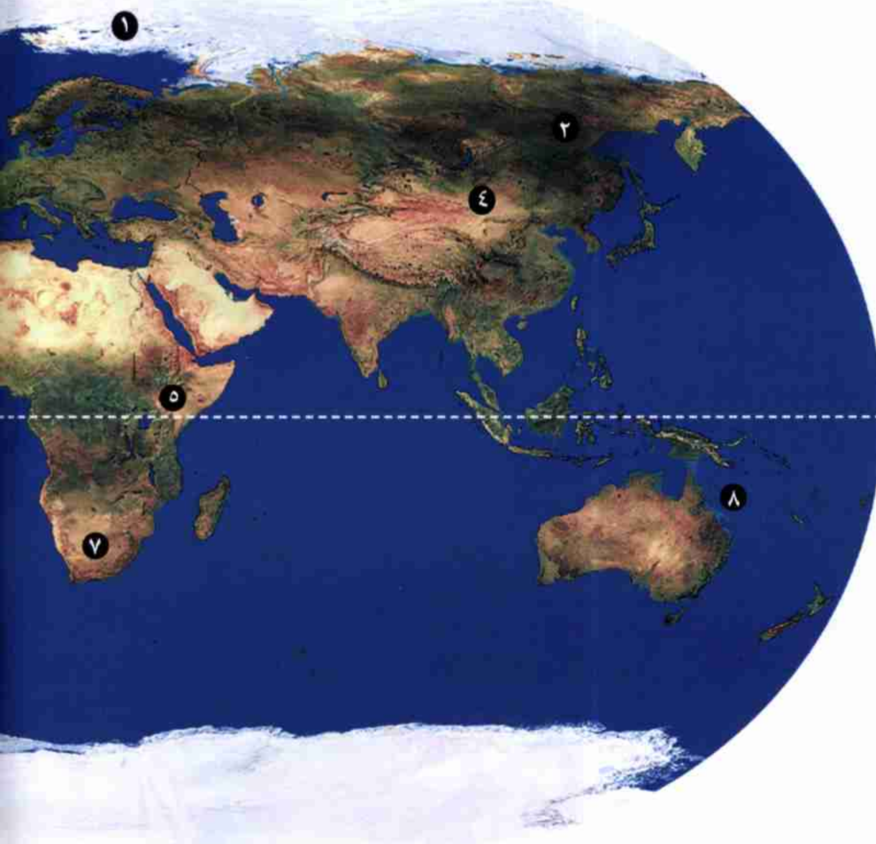
کولاک ◄

در این تصویر، توفان برفی را می‌بینید که در شهر نیویورک اتفاق افتاده و باعث کندی رفت و آمد شده است. بارش برف می‌تواند باعث زیبایی خیابان‌های شهر و بیرون شهر شود. اما کولاک‌های شدید خطرناک هستند. در ژانویه ۱۹۹۷، بارش سنگین برف در شرق کانادا و ایالات متحده باعث ریزش سقف خانه‌ها، شکستن درخت‌ها و قطع کابل‌های برق شد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ آب ۴۰-۴۱ ● آب و هوا ۲۳۶-۲۳۷ ● وضع هوا ۲۳۸-۲۳۹ ● ابرها ۲۴۲-۲۴۳

زیستگاه‌ها

زیستگاه جایی است که گیاهان و جانوران در آن زندگی می‌کنند و غذا و پناه‌گاه آن‌ها از این مکان تأمین می‌شود. زیستگاه می‌تواند کوچک، مانند یک درخت یا برکه، و یا وسیع، مانند یک جنگل استوایی یا بیابان، باشد. شرایط فیزیکی و نوع رویش گیاهی قسمتی از ویژگی‌های یک زیستگاه است. **تخریب زیستگاه‌ها** اتفاقی است که در بسیاری از نقاط جهان با آن روبرو هستیم.



◀ زیستگاه‌های قطبی و توندرا
جزیره‌های اسوالبارد (Svalbard) واقع در شمال نروژ، ترکیبی از یخچال‌ها و توندارهای قطب شمال است. توندرا دشتی باتلاقی است که از خزه، گلسنگ و بوته‌های کوتاه پوشیده شده است. دمای هوا در زیستگاه‌های قطبی گاه به ۸۰- درجه سانتی‌گراد هم می‌رسد.

◀ جنگل شمالی
در سیبری، واقع در شمال آسیا، و در شمال آمریکای شمالی و اروپا، جنگل‌های کاج وسیعی با دریاچه‌ها، برکه‌ها و رودخانه‌های بسیار وجود دارد. درخت‌های این منطقه، که وسیع‌ترین زیستگاه دنیا است، از نوع مخروط داران، نظیر صنوبر، کاج و سرو، است. برگ‌های نازک و سوزنی این درخت‌ها باعث ادامه‌ی حیات آن‌ها در آب و هوای سرد این منطقه می‌شود. گیاهان این منطقه فقط طی تابستان کوتاه و سرد رشد می‌کنند.

◀ جنگل‌های برگ‌ریز (جنگل معتدل)
درخت‌های پهن‌برگ این جنگل رنگ‌های پاییزی را به نمایش گذاشته‌اند. مناطقی که بین دو قطب و استوا قرار گرفته‌اند، آب و هوای معتدل، با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم، دارند. زیستگاه‌های جنگل معتدل، درخت‌هایی پهن‌برگ دارند، برگ این درخت‌ها در پاییز می‌ریزد و در بهار جوانه می‌زند.

◀ علفزارها
گله‌های اسب در مراتع وسیع استپ‌های مغولستان می‌چرند. در این مناطق، که تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و خشک دارند، فقط علف می‌روید، زیرا هوا برای رشد درخت‌ها بسیار خشک است.

تخریب زیستگاه‌ها

تخریب زیستگاه‌ها شامل خسارت‌هایی می‌شود که بعضی از مشاغل مرتبط با جنگل و کشاورزی به زیستگاه‌هایی مانند جنگل‌ها و باتلاق‌ها وارد می‌کنند. بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری در زیستگاهی کوچک زندگی می‌کنند و قادر به زندگی در جاهای دیگر نیستند. برآورد شده است که هر روز بیش از صد گونه‌ی جانوری و گیاهی بر اثر تخریب زیستگاه‌ها نابود می‌شوند.



جنگل‌زدایی ◀
بریدن درختان طبیعی جنگل (به جای جنگل‌کاری) را جنگل‌زدایی می‌گوییم. جنگل‌های بارانی استوایی بیشترین تخریب را تحمل می‌کنند. درخت‌ها را یا برای تهیه الوار قطع می‌کنند یا به منظور ایجاد فضا برای کشاورزی و دامداری می‌سوزانند. هر روز، در سراسر دنیا، جنگلی وسیع‌تر از یک شهر از بین می‌رود.



ساوانا ◄

این یوزپلنگ در کنیا، واقع در شرق آفریقا، مشغول تماشای آنتلوپ‌هایی است که در دشت به چرا مشغولند. این علفزار، در نزدیکی خط استوا و جایی که هوا در تمام سال گرم است، قرار دارد. مقدار بارش سالانه در این منطقه تنها برای رویش علف و تعداد کمی درخت کافی است. در این منطقه جنگل دیده نمی‌شود.



جنگل استوایی ◄

جنگل‌های پر باران، نظیر جنگل‌های بارانی آمازون در آمریکای جنوبی، در مناطق استوایی قرار دارند، که در تمام طول سال گرم است و تقریباً هر روز در آن‌جا باران می‌بارد. جنگل بارانی از سه زیستگاه اصلی تشکیل شده است: لایه‌های بالایی درخت‌ها (یا چتر درختان)، لایه‌ی پایینی که تاریک‌تر و سردتر است و کف جنگل. گونه‌هایی که در این منطقه زندگی می‌کنند، در مقایسه با سایر زیستگاه‌ها، بسیار متنوع‌ترند.



بیابان ◄

این درخت کوئیور، در بیابان‌های دماغه‌ی شمالی آفریقا، با ذخیره آب در تنه‌ی تنومند خود، با این زیستگاه خشک سازگار شده است. بیابان زیستگاهی خشک است که گاه سال‌ها بارانی در آن نمی‌بارد. گیاهان و جانورانی که در این منطقه زندگی می‌کنند باید خود را با دمای روز، که به بیش از ۵۰ درجه سانتی گراد می‌رسد، و شب‌های سرد آن سازش دهند.



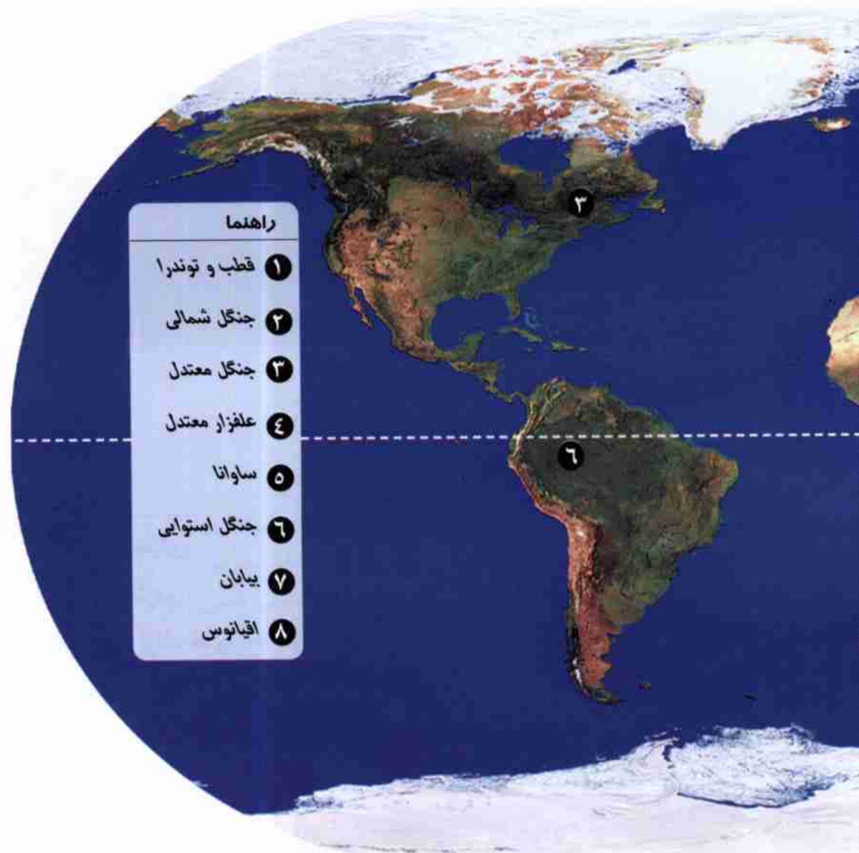
اقیانوس ◄

مرجان‌هایی که ریف بزرگ واقع در آب‌های شمال شرقی استرالیا را پدید آورده‌اند، جانداران آبزی بسیار گوناگونی را در خود جا داده‌اند. سه زیستگاه اصلی اقیانوس عبارتند از: آب‌های سطحی که نور خورشید در آن‌ها نفوذ می‌کند، آب‌های سرد و عمیق که تا عمق بیش از ۶۰۰۰ متر ادامه دارد و بستر اقیانوس که موجودات به‌طور پراکنده در آن زندگی می‌کنند. حیات در هر لایه وجود دارد، که البته در منطقه‌ی نورگیر سطحی، فراوانی زیادتری دارد چون در آن‌جا غذا زیادتر یافت می‌شود.



▼ زیستگاه‌های زمین

رنگ‌های مختلف این تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده‌ی رویش گیاهی در قسمت‌های مختلف سطح زمین، از پهنه‌های یخی و قطب‌ها تا جنگل‌های بارانی استوا است. ویژگی زیستگاه‌های خشکی، شامل طبیعت آن محل، آب و هوا (الگوی هوایی آن منطقه در طول سال) و رویش گیاهی آن جا می‌شود. زیستگاه‌های زمین را در مجموع، «زیست کره» می‌نامند.







▲ ریف‌های آسیب دیده

ریف‌های مرجانی که در دریاهای کم عمق استوایی به‌وجود می‌آیند، یکی از غنی‌ترین زیستگاه‌های زمین‌اند. ریف‌ها محل زندگی گونه‌های مختلف ماهی و دیگر جانوران دریایی هستند. در آب‌های کم‌عمق اطراف جزیره‌ی مالدیو، واقع در اقیانوس هند، ریف‌های مرجانی را به‌عنوان مصالح ساختمانی، یا فروش به گردشگران از محل خود جدا کرده‌اند. این اقدامات باعث نابودی ریف‌ها و به خطر انداختن زندگی جانورانی است که حیات آن‌ها به‌وجود همین ریف‌ها بستگی دارد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ سیاره‌ی زمین ۲۰۴-۲۰۵ • اقیانوس‌ها ۲۲۸-۲۲۹ • درختان ۲۶۸-۲۶۹ • حفظ محیط زیست ۳۵۵

▲ **منابع آبی**
آب ذخیره شده در پشت سدها، مانند این سد که روی رودخانه فرات در ترکیه بسته شده، برای استفاده در خانه‌ها، صنایع و آبیاری مزارع، از طریق لوله به شهرها منتقل می‌شود. این سد دارای یک ایستگاه برقابی است که قسمتی از برق ترکیه را تأمین می‌کند. آب مهم‌ترین ذخیره‌ی طبیعی زمین است و بدون آن، حیات در سیاره‌ی ما وجود نخواهد داشت.

منابع زمین

زمین از منابع طبیعی بسیاری برخوردار است که استفاده از آن‌ها زندگی را در دنیای جدید ممکن می‌سازد. برای مثال، سنگ‌ها به‌شکل اولیه‌ی خود در ساختمان‌سازی کاربرد دارند، اما می‌توان با انجام کارهایی، از آن‌ها در ساخت پل و ماشین‌ها، تراشه‌های سیلیسی، جواهرات و غیره استفاده کرد. **سوخت‌های فسیلی** و نیز آب‌هایی که در رودخانه‌ها جاری می‌شوند، باد و حتی خورشید، انرژی لازم ما را تامین می‌کنند. منابعی مانند سنگ و سوخت‌های فسیلی، اغلب باید با **معدن‌کاوی** از زمین استخراج شوند.



▲ **کشاورزی**
در دشت‌های وسیع بخش‌های مرکزی ایالات متحده، مقدار زیادی غله کاشته می‌شود. گیاهانی که در خاک می‌رویند مقدار زیادی از املاح موجود در آن را مصرف می‌کنند. به‌همین سبب، کشاورزها با استفاده از کودهای شیمیایی سعی دارند بخشی از آن مواد را دوباره به خاک برگردانند. در ضمن، انجام فعالیت‌ها کشاورزی به آب فراوانی هم نیاز دارد.



▶ **مصالح ساختمانی**
سنگ‌های مرمری که از این معدن در ایتالیا استخراج می‌شوند، برای استفاده در ساختمان‌سازی، تراش و شکل داده می‌شوند. در انواع دیگر سنگ‌ها، نظیر گرانیت، ماسه سنگ و سنگ‌های آهکی نیز همین فرایند انجام می‌شود. سنگ‌ها در جاده‌سازی نیز کاربرد زیادی دارند، به‌ویژه که ماده‌ی اولیه و اصلی بتون را هم سنگ‌های خرد شده یا ریگ و شن تشکیل می‌دهد. از خاک رس نیز در تهیه ظروف سفالی، آجر، و از نوع مرغوب‌تر و خالص‌تر آن در ساخت سرامیک و چینی استفاده می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ نیتروژن ۴۲-۴۳ • منابع انرژی ۸۶-۸۷ • کانی‌ها ۲۱۶-۲۱۷ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹ • خاک ۲۲۴

معدن‌کاوی

در سنگ‌ها انواع مختلفی از مواد معدنی ارزشمند وجود دارد. معدن‌کاوی و استخراج معادن شامل فعالیت‌هایی چون منفجر کردن، سوراخ کردن و بیرون آوردن سنگ‌ها، برای استخراج مواد معدنی می‌شود. از بیشتر معادن برای تهیه مصالح ساختمانی، زغال سنگ و فلزات و در مواردی، استخراج کانی‌های قیمتی، استفاده می‌شود. فعالیت‌های استخراج معدن، اصولاً در محیطی پر از گرد و خاک و سر وصدا انجام می‌شود و در مواردی، برای استخراج به استفاده از مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست نیاز است.



◀ معادن زیرزمینی
این معدن طلا در اندونزی، نمونه‌ای از معادن زیرزمینی است، که در آن‌ها سنگ‌ها را به‌وسیله‌ی حفاری با دستگاه‌ها از اعماق زمین بیرون می‌آورند. دو نوع معدن زیرزمینی مهم وجود دارد: معدن‌های عمیقی که باید با حفر چاه و سپس تونل‌های افقی به محل ذخیره‌ها برسند، و معادن کم‌عمق که با حفر تونل می‌توان به رگه‌های مواد مورد نظر دسترسی پیدا کرد. کار در معادن زیرزمینی، به علت احتمال بروز سیل، وجود گازهای منفجر شونده، زلزله و سقوط سنگ‌ها، بسیار خطرناک است.

▲ معادن روباز
در بعضی از نقاط، کانسنگ‌های فلزی در نزدیکی سطح زمین قرار دارند و انجام فعالیت در آن‌ها، ارزان‌تر و آسان‌تر است؛ زیرا در این روش، نیاز به حفر تونل نیست. اما به طبیعت خسارت بیشتری وارد می‌شود. پس از حفاری، سنگ معدن را به‌وسیله‌ی چرخ‌های دستی، خط آهن یا نوارهای نقاله به محل‌های مورد نظر حمل می‌کنند.

سوخت‌های فسیلی

زغال‌سنگ، نفت و گاز را سوخت‌های فسیلی می‌گویند؛ زیرا از بقایای گیاهان و جانورانی که میلیون‌ها سال پیش در میان لایه‌های رسوبی دفن شده‌اند، به‌وجود می‌آیند. بیشتر انرژی که امروزه از آن استفاده می‌کنیم، از سوخت فسیلی تأمین می‌شود. سوخت‌های فسیلی ذخایر تجدید ناپذیر به‌شمار می‌آیند؛ یعنی پس از یک بار مصرف، دیگر جایگزین نمی‌شوند.



نفت و گاز طبیعی ◀
بسیاری از ذخایر نفت و گاز دنیا در بستر دریا یافت می‌شوند. با حفاری در بستر دریا این ذخایر را استخراج و به سکوهای ویژه‌ای منتقل کنند. نفت و گاز معمولاً در کنار هم یافت می‌شوند. آن‌ها از بدن موجودات ذره‌بینی دریایی تشکیل شده‌اند که از میلیون‌ها سال پیش در زیر لایه‌های رسوبی مدفون مانده‌اند. نفت منبع تولید مواد شیمیایی مختلف و نیز سوخت است.



سال اول — طی ۹۰ میلیون سال — پس از ۳۶۰ میلیون سال

مواد گیاهی — تورب — لیگنیت — زغال قیری — آنتراسیت



◀ زغال سنگ
زغال سنگ از دفن بقایای گیاهی پیش از پوسیدگی کامل به‌وجود می‌آید. وقتی بقایای گیاهان (به ویژه خزه‌ها) در نزدیکی سطح زمین و به‌طور ناقص تجزیه شوند به نوعی ماده‌ی سوختنی بسیار ناخالص به‌نام تورب تبدیل می‌شوند. از تنه‌ی درختان مدفون شده در لابه‌لای رسوبات، در عمق‌های بالاتر، نوعی زغال سنگ نارس، به‌نام لیگنیت، حاصل می‌شود که با دود زیادی می‌سوزد. برای تشکیل زغال سنگ مرغوب، و به‌ویژه آنتراسیت، که درصد کربن بالایی دارد، بقایای گیاهی باید مدت‌های طولانی‌تری دراعماق زمین باقی بمانند.

آلودگی

آلودگی حاصل مواد زایدی است که ما در محیط زیست وارد می‌کنیم. این مواد می‌توانند به گیاهان و جانوران و حتی انسان، آسیب برسانند. کارخانه‌ها و خانه‌ها، فعالیت‌های کشاورزی، خودروها، کشتی‌ها، کامیون‌ها و هواپیماها باعث آلودگی محیط می‌شوند. آلودگی شامل دود حاصل از آتش، دود اگزوز موتورها، مواد شیمیایی سمی حاصل از فعالیت‌های صنعتی و زباله‌هایی، نظیر قوطی‌های پلاستیکی، و فاضلاب‌ها می‌شود. این مواد باعث آلوده شدن طبیعت، رودخانه، دریاچه، دریا و هوا می‌شوند. صدا و نور شدید نیز انواع دیگری از آلودگی هستند.

▲ آلودگی هوا
شهر بانکوک در تایلند، پوشیده از مه دود (ترکیبی از مه و دود) است. این پدیده باعث بروز اختلالات تنفسی مانند آسم و برونشیت می‌شود. دود حاصل از موتور خودروها، نیروگاه‌ها و کارخانه‌ها، از گازهای زاید، گرد و خاک و ذرات دوده‌ی حاصل از سوخت ناقص تشکیل شده است. گازهای زاید زیان‌آور، شامل دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید کربن و مونواکسید کربن می‌شوند.





◀ باران اسیدی
این درخت، مانند بسیاری دیگر از درختان سیبری، بر اثر ریزش باران‌های اسیدی که به علت وجود آلاینده‌هایی نظیر دی‌اکسید گوگرد و اکسیدهای نیتروژن به‌وجود می‌آیند، خشکیده است.

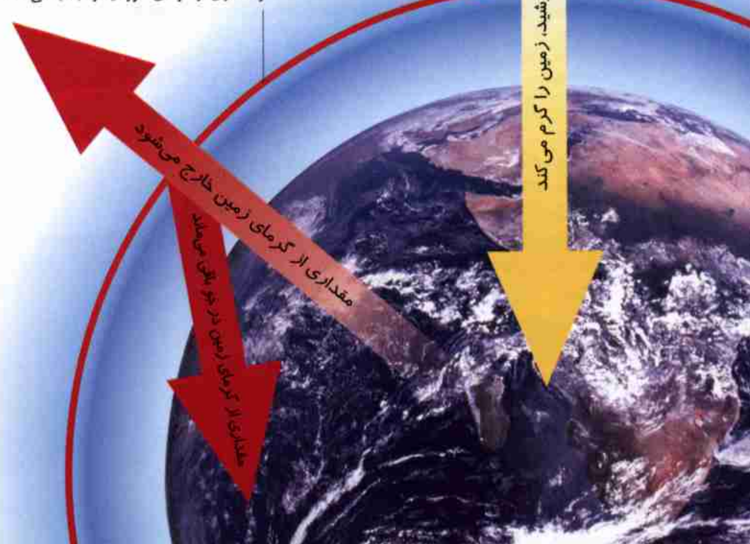


◀ آلودگی اتفاقی
آلودگی آب این دریاچه در کنار شهر ریودوژانیرو، در برزیل، باعث کاهش مقدار اکسیژن در آب و مرگ ماهی‌ها شده است. نشت مواد نفتی از نفت‌کش‌ها به آب دریا باعث به‌وجود آمدن لایه‌ای از نفت خام در سطح آب می‌شود. وقتی نفت به خشکی می‌رسد، سواحل را می‌پوشاند و باعث مرگ پرندگان دریایی می‌شود.



◀ گرم شدن هوای زمین
برف‌های کوه آند، در بولیوی، در حال آب شدن هستند؛ زیرا دمای هوا رو به افزایش بوده است، به این افزایش تدریجی هوا، گرم شدن هوای زمین گفته می‌شود. علت وقوع این پدیده این است که دی‌اکسید کربن حاصل از مصرف سوخت‌ها، باعث افزایش اثر گلخانه‌ای شده است و با ادامه‌ی این فرایند و ذوب تدریجی یخ‌های قطبی، سطح آب دریاها نیز بالاتر خواهد آمد.

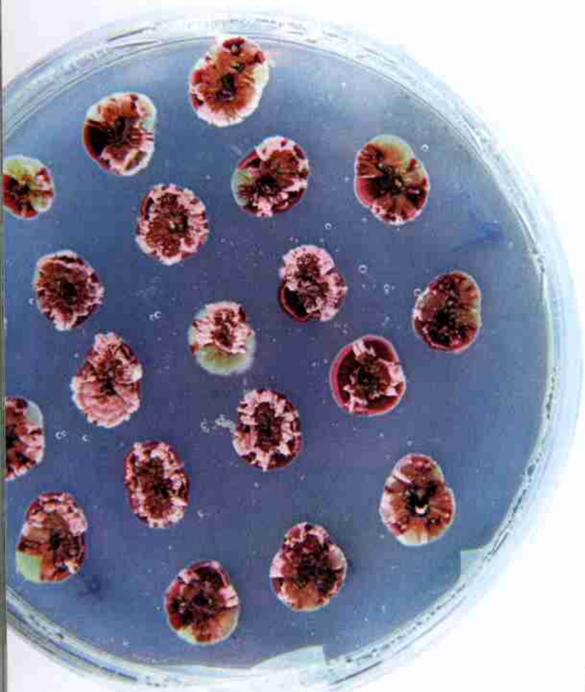
◀ اثر گلخانه‌ای
بعضی از گازهای اتمسفری گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارند. به این فرایند اثر گلخانه‌ای گفته می‌شود؛ زیرا در این حالت، اتمسفر مانند شیشه‌ی گلخانه عمل می‌کند. اثر گلخانه‌ای فرایندی طبیعی است؛ اما آلودگی هوا باعث افزایش گازهایی نظیر دی‌اکسید کربن، بخار آب و متان می‌شود که اثر گلخانه‌ای را به‌وجود می‌آورند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ اسیدها ۳۲ • صنایع شیمیایی ۵۰-۵۱ • اتمسفر ۲۳۴-۲۳۵

توسعه‌ی پایدار

ما با مصرف منابع کمیاب و در حال کاهش- نظیر نفت، زغال سنگ و گاز- و ایجاد آلودگی، مشکلاتی را برای نسل‌های آینده به‌وجود می‌آوریم. اکنون باید روش‌هایی برای تأمین نیازهای خود در نظر بگیریم تا زمین را برای آیندگان از خطر حفظ کنیم. طرح توسعه‌ی پایدار ایجاد کیفیت مناسب زندگی برای هر فرد، بدون ایجاد آلودگی یا مصرف بی‌رویه‌ی منابع تجدیدناپذیر، است. استفاده از انواع تجدیدپذیر انرژی و جلوگیری از اسراف، گامی به‌سوی توسعه‌ی پایدار است.



انرژی حاصل از سوخت‌های زیستی ◄
این باکتری‌ها سلولز را که ماده‌ای فراوان و موجود در گیاهان است، به الکل (اتانول) تجزیه می‌کنند. از این نوع الکل می‌توان به‌جای بنزین استفاده کرد. اتانول نوعی سوخت زیستی است. سوخت‌های زیستی، ذخایر انرژی تجدیدپذیرند، زیرا از گیاه تهیه می‌شوند و گیاه قابل کشت مجدد است.

▼ بهره‌گیری از فناوری زیستی
این روستای جالب واقع در کشور دانمارک، نمونه خوبی از نحوه‌ی کاربرد فناوری در توسعه‌ی پایدار و کاهش خسارت به محیط زیست است. بیشتر برقی که روستاییان این منطقه برای روشنایی و فعالیت دستگاه‌ها نیاز دارند، به‌وسیله‌ی یک توربین بادی تامین می‌شود. خانه‌های گنبد شکل اغلب با نور خورشید گرم می‌شوند و برای کاهش اتلاف گرما، کاملاً عایق بندی شده‌اند. روستائیان غذای خود را از راه‌های طبیعی تأمین و فاضلاب را نیز با روش‌های سنتی خود دفع و فرآوری می‌کنند.





▼ انرژی خورشیدی
در این ایستگاه انرژی خورشیدی در بیابان موهاوی در کالیفرنیا، آیینه‌های بزرگ پرتوهای نور خورشید را برای گرم شدن روغن داخل لوله‌ها، منعکس می‌کنند. روغن آب را گرم و تبدیل به بخار می‌کند و بخار حاصل توربین ژنراتورهای برقی را به‌حرکت در می‌آورد. خورشید منبع مهمی از انرژی تجدیدپذیر است که در کشورهای در حال توسعه قابلیت تولید بیشتری دارد. در این کشورها از انرژی خورشیدی می‌توان برای تولید برق وگرما در مناطق روستایی استفاده کرد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ بازیافت ۶۰-۶۱ • منابع انرژی ۸۶-۸۷ • منابع زمین ۲۴۸-۲۴۹



گیاهان

رده‌بندی گیاهان	۲۵۴
کالبدشناسی گیاهانی	۲۵۶
فتوسنتز	۲۵۸
تعرّق	۲۵۹
گیاهان بی‌دانه	۲۶۰
گیاهان دانه‌دار	۲۶۲
گیاهان مخروط‌دار	۲۶۴
گیاهان گل‌دار	۲۶۵
گرده افشانی	۲۶۶
درختان	۲۶۸
گیاهان انگل	۲۷۰
گیاهان گوشت‌خوار	۲۷۱
حساسیت گیاهان	۲۷۲
بقای گیاهان	۲۷۴
گیاهان غذایی	۲۷۶
محصولات دستکاری شده‌ی‌ژنی	۲۷۸
گیاهان دارویی	۲۷۹
فراوردهای گیاهی	۲۸۰
قارچ‌ها	۲۸۲
باکتری‌ها	۲۸۴
موجودات تک‌سلولی	۲۸۵
جلبک‌ها	۲۸۶



رده‌بندی گیاهان

گیاهان به یکی از پنج فرمانرو موجودات زنده تعلق دارند، که به آن **فرمانرو گیاهان** می‌گویند. گیاهان را بر پایه‌ی شباهت‌هایشان در گروه‌های کوچک‌تر جا می‌دهند. همه‌ی گیاهان شباهت‌هایی با هم دارند: از سلول‌های بسیار تشکیل شده‌اند؛ با استفاده از آب، دی‌اکسید کربن و انرژی نور، در فرایندی شیمیایی به‌نام فتوسنتز، غذای خود را می‌سازند؛ و فرآورده‌ی جانبی این فرایند اکسیژن حیات‌بخش است که آن را به محیط آزاد می‌کنند.



کارول لینه
سوئدی، ۱۷۰۷– ۱۷۷۸
لینه که طبیعی‌دان بود، نخستین روش یکپارچه و علمی را برای شناسایی و نام‌گذاری گیاهان و جانوران ابداع کرد. امروزه نیز برای رده‌بندی از روش او استفاده می‌کنند. هر نام علمی لینه‌ای دو بخش دارد: بخش اول، نشان دهنده‌ی سرده و بخش دوم بیانگر گونه است.

▶ **ویژگی‌های برگ**
همه‌ی موجودات زنده برای زنده ماندن و رشد به غذا نیاز دارند. گیاهان در فرآیند فتوسنتز غذا می‌سازند. در این فرآیند شیمیایی مواد زیادی ساخته می‌شود که گیاهان آن‌ها را آزاد می‌کنند. گیاهان نیز مانند دیگر موجودات زنده چرخه‌ی زندگی دارند و در آن رشد و تولید مثل می‌کنند و می‌میرند. گیاهان تغییرات محیط را تشخیص و به آن‌ها واکنش نشان می‌دهند.

نوازد کرمی شکل حشره، برگ را می‌خورد و انرژی به‌دست می‌آورد

برگ انرژی را از نور خورشید می‌گیرد



▶ **سبزینه**
رنگ گیاهان سبز است، چون رنگدانه‌هایی به‌نام سبزینه یا کلروفیل دارند. سبزینه مقداری از انرژی نور را جذب می‌کند و با استفاده از آن، غذا می‌سازد. بسیاری از گیاهان از این راه غذا می‌سازند، شمار اندکی از آن‌ها موجودات زنده‌ی دیگر را می‌خورند.

سبزینه‌ای که از برگ گیاهان استخراج شده است

▼ **پنج فرمانرو زنده**
در قلمروی مونرا ساده‌ترین جانداران، که تک سلولی هستند، جای دارند. آغازیان سلول‌های پیچیده‌تری هستند که برخی از آن‌ها، مثل جلبک‌ها، مانند گیاهان سبزینه دارند. تصور می‌شود آغازیان تکامل یافته و به مرور زمان به قارچ‌ها، گیاهان و جانوران تبدیل شده‌اند. اعضای فرمانرو جانوران از دیگرفرمانروها آشناترند.



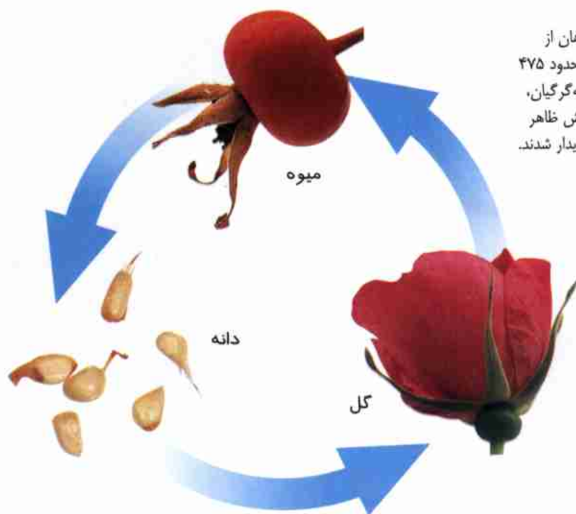
فرمانرو گیاهان

فرمانرو گیاهان را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند. در گروه بزرگ، گیاهانی قرار دارند که دانه تولید می‌کنند. گیاهان گلدار (نهان‌دانگان)، مخروط‌داران، ژنکوها و سیکادها (بازدانگان) در این گروه هستند. در گروه دیگر، گیاهانی قرار دارند که دانه ندارند و برای تولید مثل، هاگ تولید می‌کنند. خزه‌ها، جگرواش‌ها، دم اسبیان و سرخس‌ها جزو این گروهند. دانشمندان تاکنون ۴۰۰/۰۰۰ گونه‌ی گیاهی را شناسایی و نام‌گذاری کرده‌اند، که حدود ۳۰۰۰۰۰ گونه‌ی آن‌ها گلدارند.



۴۷۵ میلیون سال پیش — ۳۶۲ میلیون سال پیش — ۲۹۰ میلیون سال پیش — ۱۳۰ میلیون سال پیش

▲ تکامل گیاهان
از بقایای فسیل گیاهان قدیمی بر می‌آید که نخستین گیاهان از تکامل جلبک‌ها به‌وجود آمدند و در آب زندگی می‌کردند. حدود ۴۷۵ میلیون سال پیش، خزه‌ها و جگرواش‌ها پدیدار شدند. پنجه‌گرگیان، دم اسبیان و سرخس‌ها حدود ۳۹۰ تا ۳۵۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند. سیکادها و دیگر مخروط‌داران مدت‌ها پس از آن پدیدار شدند. گیاهان گلدار از همه جوان‌ترند.



▲ چرخه‌ی زندگی
بوته‌ی رُز از وقتی که دانه‌ی آن جوانه می‌زند و ساقه و ریشه‌ی آن شروع به‌رشد می‌کند، زندگی را آغاز می‌کند. ساقه برگ‌ها را برای تولید غذا و گل‌ها را برای تولید مثل به‌وجود می‌آورد. پس از گرده افشانی و لقاح (ترکیب سلول جنسی نر با سلول جنسی ماده) دانه تشکیل می‌شود. میوه، دانه‌ها را در بر می‌گیرد. پرندگان میوه‌ها را می‌خورند و دانه‌ها را از گیاه مادر دور می‌کنند و می‌پراکنند.



رده بندی گیاه آلاله

رده:	دولپه‌ای‌ها
راسته:	آلاله سانان
تیره:	آلاله‌ای‌ها
سرده:	آلاله
گونه:	Ranunculus ficaria

گیاهان گلدار دانه تولید می‌کنند



◀ تنوع گرمسیری
گیاهان در بسیاری از زیستگاه‌های زمین، از جمله تالاب‌ها، علفزارها، جنگل‌ها، و مناطق قطبی زندگی می‌کنند. تاکنون غنی‌ترین زیستگاه‌های گیاهان جنگل‌های بارانی گرمسیری بوده است. درختان، بلندقد و برگ پهن می‌شوند تا به نور خورشید برسند. در زیر آن‌ها سرخس‌ها و خزه‌ها، در شرایط گرم و نمناک کف جنگل زندگی می‌کنند. برخی از گیاهان گلدار رنگ‌های درخشان دارند تا جانورانی را که در گرده افشانی به آن‌ها کمک می‌کنند، جلب کنند.

سرخس گیاهی بی‌دانه است و هاگ تولید می‌کند

نیز نگاه کنید به ◀◀ زیستگاه‌ها ۲۴۷-۲۴۶ • فتوسنتز ۲۵۸ • گیاهان دانه‌دار ۲۶۳-۲۶۲ • گرده افشانی ۲۶۷-۲۶۶

آناتومی گیاهان

گیاهان ساختارهای مختلفی دارند که هر کدام برای انجام وظیفه‌ای متفاوت، مانند غذاسازی و حفاظت از آن، طراحی شده‌اند. **برگ‌ها** معمولاً پهن و صاف هستند تا نور خورشید و دی‌اکسید کربن را از هوا بگیرند. **ریشه‌ها** آب و مواد معدنی را از خاک جذب می‌کنند. **ساقه** بخش خارج از خاک گیاه را نگه می‌دارد و شامل شبکه‌ای از لوله‌های میکروسکوپی است که آب، مواد معدنی و غذا را بین ریشه و برگ‌ها انتقال می‌دهد.

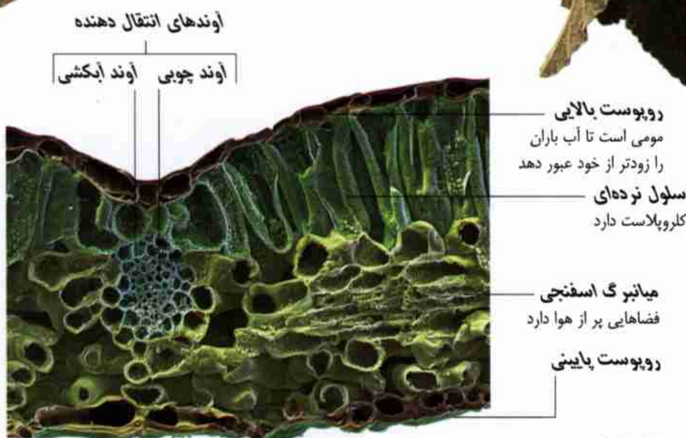


◀ سلول گیاهی
گیاه از ساختارهای زنده‌ی میکروسکوپی به‌نام سلول ساخته شده است. سلول‌های گیاهان نیز مانند جانوران هسته و غشایی روغنی دارند که همه‌ی سلول را در بر می‌گیرد. سلول گیاهی درون دیواره‌ی سلولی، که محکم است و معمولاً دارای یک واکوئل بزرگ پر از مایع و غشای دو لایه‌ای است، قرار می‌گیرد سلول‌های بخش‌های سبز گیاهان کلروپلاست دارند.



برگ

برگ دی‌اکسیدکربن و نور خورشید می‌گیرد تا به روش فتوسنتز غذا تولید کند، اما از سطح خود آب از دست می‌دهد. برگ‌های بزرگ‌تر و پهن‌تر بیشتر غذا تولید می‌کنند و بیشتر هم آب از دست می‌دهند. در زیستگاه‌های خشک، برگ‌ها شکلی خاص و پوششی مومی دارند تا از آبی که از دست می‌رود، بکاهد.



◀ برگ گلسر
این تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) برش یک برگ را نشان می‌دهد. در نزدیکی سطح بالایی، جایی که نور بر آن می‌تابد، سلول‌های نرده‌ای قرار دارند که حاوی کلروپلاست مورد نیاز در فتوسنتز نیستند. آوندهای انتقال‌دهنده (چوبی و آبکشی) در لایه‌ی سلولی بعدی، موسوم به میانبرگ اسفنجی قرار دارند. گازها از طریق سوراخ‌های سطح پایینی بَرگ، موسوم به روپوست بالایی، داخل و خارج می‌شوند.



انواع برگ ◀
برگ‌های ساده یک پهنک دارند، اما هر برگ مرکب به چند برگچه تقسیم شده است. مرکب بودن برگ مزیت‌هایی دارد، مثلا در برابر باد مقاومت ایجاد می‌کند. برگ‌های همیشه سبز، مانند برگ‌های گیاه کاملیا، اغلب برای حفاظت در برابر خشک شدن، پوششی مومی دارند.

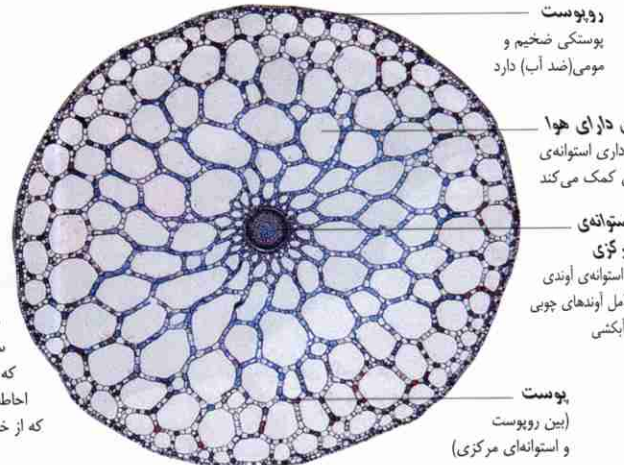
ساقه

ساقه تکیه‌گاه اصلی گیاهان افراشته است و ریشه و برگ‌ها به آن متصلند. لوله‌های ریزی به‌نام آوند چوبی و آوند آبکشی در ساقه وجود دارند. آوند چوبی آب و مواد معدنی و آوند آبکشی مواد غذایی را در گیاه جابه‌جا می‌کنند. در ساقه هم چنین سلول‌هایی خاص وجود دارد که دیواره‌های ضخیم دارند و به استحکام آن کمک می‌کنند. در ساقه ممکن است لایه‌هایی از سلول‌های در حال تقسیم وجود داشته باشند که موجب ضخیم‌تر شدن آن می‌شوند.

جوانه‌ی انتهایی

منطقه‌ی طویل شونده

◄ انتهای ساقه‌ی چنار
جوانه‌ی انتهای ساقه، که جوانه‌ی انتهایی نامیده می‌شود، ممکن است برگ، یا در برخی گیاهان گل تولید کند. تکثیر و بزرگ شدن سلول‌های این قسمت موجب رشد گیاه نیز می‌شود. بسیاری از سلول‌های ساقه بسیار بلندند. ساقه با طویل‌تر شدن هزاران سلول خود بلندتر می‌شود.



◄ ریزنگاری از برش عرضی ساقه‌ی گیاه دم‌اسب
ترتیب قرار گرفتن بافت‌های آوندی(دسته‌های لوله‌های انتقال دهنده) در گیاهان مختلف، متفاوت است. در ساقه‌ی گیاه دم اسب، بافت آوندی در اطراف استوانه‌ی درونی، که از سلول‌های درشت تشکیل شده است، قرار دارد اطراف آن را پوست، که کار محافظت را نیز انجام می‌دهد و دارای فضاهایی پر از هواست احاطه کرده است. خارجی‌ترین سلول‌های پوست، پوششی مومی دارند که از خشک شدن سلول‌های ساقه جلوگیری می‌کند.

ریشه
از نوک طویل می‌شود

ریشه‌ی فرعی

ساقه‌ی چوبی،
بیشتر از ماده‌ی لیگنین ساخته شده است

ریشه‌ی اصلی
گیاه را درون زمین نگه می‌دارد



ریشه

ریشه گیاه را درون خاک محکم نگه می‌دارد و نیز آب و مواد معدنی را از خاک می‌گیرد و به بقیه‌ی اندام‌ها می‌رساند. برخی از انواع گیاهان یک ریشه‌ی اصلی به‌نام ریشه‌ی راست دارند که ریشه‌های فرعی کوچک‌تر از اطراف آن خارج شده‌اند. ریشه‌های راست بلند آب را از مناطق عمیق‌تر در اختیار گیاه قرار می‌دهند، اما یک ریشه‌ی شبکه‌ی انبوه گیاه را بهتر در خاک نگه می‌دارد.

چگونگی رشد ریشه

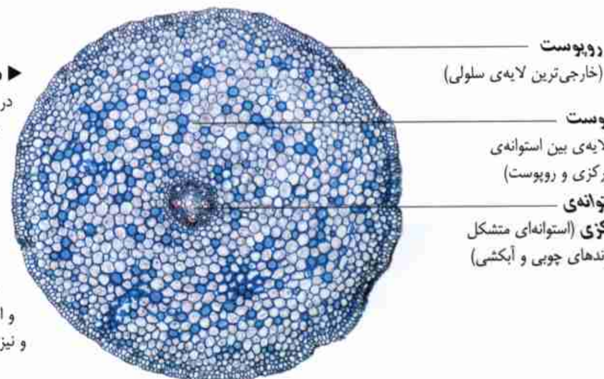
نوک ریشه موادی تولید می‌کند که باعث فرو رفتن آن به‌پایین می‌شود. کلاهک ریشه مواد لعابی ترشح می‌کند تا ریشه بتواند به درون خاک نفوذ کند. منطقه‌ای که درست در بالای کلاهک قرار دارد، مریستم نامیده می‌شود و سلول‌های آن با سرعت در حال تقسیم هستند. سلول‌های تازه متولد شده، درازتر و سبب رشد طولی ریشه به‌سوی پایین می‌شوند.

منطقه‌ی طویل شونده

مریستم (منطقه‌ای که سلول‌های آن با سرعت درحال تقسیم هستند)

کلاهک از ریشه محافظت می‌کند

انتهای ریشه‌ی گیاه باقلا



◄ درون ریشه‌ی گیاه آلاله
در مرکز ریشه استوانه‌ی مرکزی قرار دارد. آوندهای جابه‌جا کننده‌ی مواد در استوانه‌ی مرکزی قرار دارند. آوندهای چوبی آب و مواد معدنی را که ریشه از خاک جذب کرده است، بالا می‌برند و به بقیه‌ی قسمت‌های گیاه می‌رسانند. آوندهای آبکشی قندهای ضروری را به ریشه می‌برند و انرژی لازم برای جذب مواد معدنی و نیز برای رشد را به آن می‌دهند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ فتوسنتز ۲۵۸ • تعرق ۲۵۹ • بقای گیاهان ۲۷۵-۲۷۴ • آناتومی جانوران ۲۹۳-۲۹۲

فتوسنتز

بسیاری از گیاهان، بر خلاف جانوران، نیازی به غذا ندارند، چون می‌توانند برای خود غذا بسازند. گیاهان از انرژی نور خورشید برای تبدیل آب و دی‌اکسید کربن به‌قندی پر انرژی به‌نام گلوکز استفاده می‌کنند. این فرایند فتوسنتز نامیده می‌شود که به معنی «ساختن با نور» است. فتوسنتز درون محفظه‌هایی که در سلول‌های برگ قرار دارند، رخ می‌دهد. این محفظه‌ها **کلروپلاست** نامیده می‌شوند.

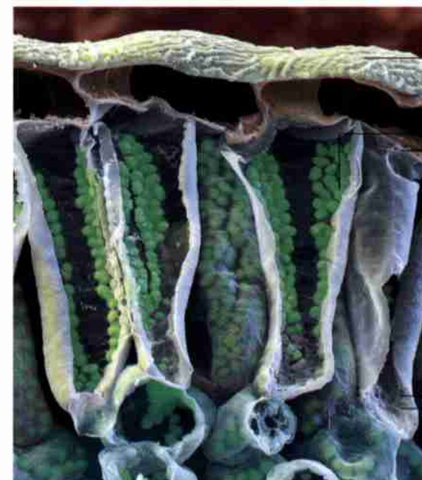
نور
برگ‌ها نور را جذب می‌کنند

گلوکز
از برگ‌ها به بخش‌های دیگر گیاه می‌رسد

دی اکسید کربن
به برگ وارد می‌شود

اکسیژن
از برگ خارج می‌شود

ساختن غذا و اکسیژن ◀
گیاهان با برگ‌های خود غذا می‌سازند. اکسیژن فراورده‌ی جانبی این فرایند است. برگ‌های گیاهان هنگام فتوسنتز، دی‌اکسید کربن را از هوا می‌گیرند. سپس این ماده را با آبی که از ریشه جذب کرده‌اند، با کمک انرژی نور خورشید ترکیب می‌کنند و گلوکز می‌سازند. اکسیژن فراورده‌ی جانبی این واکنش شیمیایی است که از برگ‌ها به هوای پیرامون آزاد می‌شود.



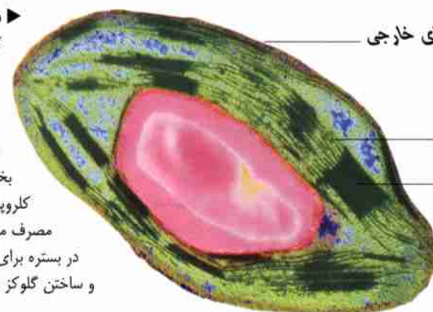
◀ سلول‌های سازنده‌ی غذا
سلول‌های مختلف گیاهی وظایف مختلفی بر عهده دارند. سلول‌های نرده‌ای و اسفنجی درست در زیر روپوست قرار دارند و سازندگان اصلی غذا هستند. درون سلول‌های دراز نرده‌ای، کلروپلاست‌های سبز، که فتوسنتز انجام می‌دهند، قرار دارد. سلول‌های اسفنجی نیز که شکل‌های نامنظم دارند، دارای کلروپلاست هستند. فضاهای هوا در میان سلول‌ها، پر از دی‌اکسیدکربن، بخار آب و گازهای دیگرند.

کلروپلاست

بسیاری از سلول‌های برگ، اندامک‌هایی ریز و عدسی شکل دارند که کلروپلاست نامیده می‌شوند. این اندامک‌ها می‌توانند درون سلول‌ها به‌سوی نور خورشید حرکت کنند. در کلروپلاست‌ها رنگدانه‌هایی سبز و جذب‌کننده‌ی نور به‌نام کلروفیل وجود دارد. این ماده سبب می‌شود کلروپلاست‌ها به گیرنده‌های کوچک نور خورشید تبدیل شوند.



◀ درون کلروپلاست
کلروپلاست‌ها از کیسه‌هایی غشادار و ریز به‌نام گرانوم تشکیل شده‌اند. گرانوم‌ها درون ماده‌ی غلیظی که بستره نامیده می‌شود قرار گرفته‌اند. درون گرانوم‌ها آب به هیدروژن و اکسیژن تجزیه می‌شود. بخشی از انرژی خورشیدی که به‌وسیله‌ی کلروپلاست جذب شده است، برای این کار مصرف می‌شود. بخش دیگر انرژی خورشیدی در بستره برای ترکیب هیدروژن با دی اکسیدکربن و ساختن گلوکز مصرف می‌شود.



مواد غذایی
توسط ریشه‌ها از خاک جذب می‌شود

نیز نگاه کنید به ◀◀ اکسیژن ۳۹ ● کربن ۴۵-۴۴ ● منابع انرژی ۸۷-۸۶ ● آناتومی گیاهان ۲۵۷-۲۵۶

تعرّق

در فرایند تعرق، بخار از سطح برگ، از میان سوراخ‌هایی میکروسکوپی که **روزنه** نامیده می‌شوند، تبخیر می‌شود. از دست رفتن آب سبب ایجاد نیروی‌مکش می‌شود که آب را از ریشه‌ها بالا می‌کشد. تعرق (تبخیر) به گیاه کمک می‌کند تا مواد معدنی حیاتی را از خاک جذب کند. میزان آب از دست رفته از برگ‌ها به‌مقدار آب موجود در خاک و نیز دیگر عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و باد بستگی دارد.

آب از برگ‌ها تبخیر می‌شود

◀ آبِ جاری به بالا
آب درون گیاه از لوله‌هایی به‌نام آوند چوبی با نیروهای رانش و مکش به بالا می‌رود. این جریان پیوسته‌ی آب جریان تعرقی نام دارد و ساقه را محکم و استوار نگه می‌دارد تا بتواند وزن گیاه را تحمل کند. این جریان تعرقی برای فتوسنتز آب فراهم می‌کند و مواد معدنی را به بخش‌های مختلف گیاه می‌رساند.

ساقه در بهار، که مقدار زیادی آب در دسترس است، بریده شده است

فشار ریشه‌ای ◀
ساقه‌ی بریده شده‌ی این درخت مو (انگور) نشان می‌دهد که فشار ریشه‌ای آب را به بالا می‌راند. این فشار ریشه‌ای را آبی که از خاک به ریشه وارد می‌شود، به آبی که قبلاً در ریشه وجود داشته وارد می‌کند و آن را به بالا می‌راند. آب هم چنین برای جانشینی آبی که در اثر تعرق از دست رفته است، به بالا کشیده می‌شود.

گیاهی که به خوبی آبیاری شده
مستقیم و افراشته است – آبی که درون آن است سلول‌ها و بافت‌ها را محکم نگه می‌دارد.

گیاهی که به کم آبی دچار شده
پژمرده و فروافتاده است- اگر به آن آب بدهیم، دوباره افراشته و شاداب می‌شود

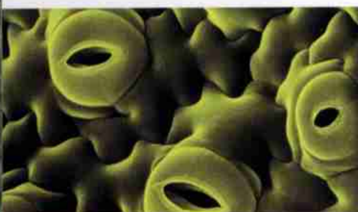
◀ افراشته ایستادن
گیاهان برای آن که افراشته و ایستاده باقی بمانند، به جریان دائمی آب نیاز دارند. سلول‌های گیاه آب را درون کیسه‌هایی متورم که واکوئل نامیده می‌شوند، نگه می‌دارند. فشاری که از جانب واکوئل‌ها از درون به دیواره‌های سلول وارد می‌شود، سلول را محکم نگه می‌دارد. فشار و استحکام سلول گیاهی «تورم» نامیده می‌شود. سلول‌های گیاه کوچک سمت راست، متورم هستند. سلول‌های گیاه سمت چپ چنین نیستند، چون آب فراوانی از دست داده‌اند.

آب با فشار و مکش از ساقه بالا می‌رود

روزنه‌ها

در سطح برگ سوراخ‌های کوچکی که روزنه نامیده می‌شوند، وجود دارد. روزنه‌ها سبب می‌شوند دی اکسیدکربن برای فتوسنتز وارد برگ شود. روزنه‌ها هم‌چنین با تعرق بخار آب را از برگ خارج می‌کنند. بیشتر روزنه‌های گیاهانی که در نور خورشید رشد کرده‌اند، در زیر برگ که سایه‌دار است، قرار دارند. چنین حالتی به گیاه امکان می‌دهد که در مصرف آب صرفه جویی کند.




روزنه‌های باز

روزنه‌ها در شب و در روز ◀
هر روزنه‌ی برگ در زیر میکروسکوپ به‌صورتی مشاهده می‌شود که دو سلول نگهبان لوبیایی شکل آن را در بر گرفته‌اند. در طول روز، درون این سلول‌ها آب جمع می‌شود و آن‌ها را متورم می‌کند؛ در نتیجه، سلول‌ها روزنه را باز می‌کنند. این سلول‌ها در شب آب خود را از دست می‌دهند و روزنه بسته می‌شود.


روزنه‌های بسته

آب توسط ریشه‌ها از خاک گرفته می‌شود

نیز نگاه کنید به ◀◀ آب ۴۱-۴۰ • منابع انرژی ۸۷-۸۶ • آناتومی گیاهان ۲۵۷-۲۵۶

گیاهان بدون‌دانه

سرخس‌ها، دم اسبیان، خزه‌ها و جگرواش‌ها گل و دانه تولید نمی‌کنند. چرخه‌ی زندگی این گیاهان دو مرحله‌ی مجزا دارد: در یک مرحله، **هاگ** تولید می‌شود و در مرحله‌ی دیگر، سلول‌های جنسی (تخمک و اسپرم). بسیاری از گیاهان بدون دانه در زیستگاه‌های مرطوب و در سایه زندگی می‌کنند. بعضی از انواع خزه‌ها، که **تورب** نامیده می‌شوند، در سطح وسیعی از تالاب‌های شمال کره‌ی زمین می‌رویند.



فسیل یک دم اسبی

▲ دم اسبیان قدیمی
دم اسبیانی که امروزه وجود دارند، بسیار شبیه دم اسبیانی هستند که صدها میلیون سال پیش، قبل از پیدایش گیاهان گلدار، زندگی می‌کردند. در آن زمان، گیاهان بدون‌دانه بیشتر سطح خشکی‌ها را در برگرفته بودند و دم اسبیان غول پیکر برخی از جنگل‌های بلند را می‌ساختند. فسیل‌های این دم اسبیان ما قبل تاریخ در سنگ‌های آن دوران محفوظ مانده‌اند.

◀ تولید مثل سرخس‌ها
سرخس‌های بالغ درون هاگدان‌هایی که در اتاقک‌هایی پشت برگ‌های آن‌ها تشکیل می‌شوند، هاگ تولید می‌کنند. این هاگدان‌ها در هوای خشک هاگ‌های خود را در هوا آزاد می‌کنند. وقتی که هاگی روی زمین مرطوب می‌نشیند، به صفحه‌ی قلب شکل کوچکی که به آن پروتال می‌گویند، تبدیل می‌شود. پروتال سلول‌های جنسی تولید می‌کند. وقتی سلول‌های تخمک با اسپرم ترکیب می‌شوند، پروتال به گیاهی بالغ تبدیل می‌شود.

مدل اتاقکی که هاگ‌ها درون آن تشکیل می‌شوند



هاگدان درون یک اتاقک کوچک که باز شده است

برگشاخه‌ی دارای هاگدان‌های تیره رنگ

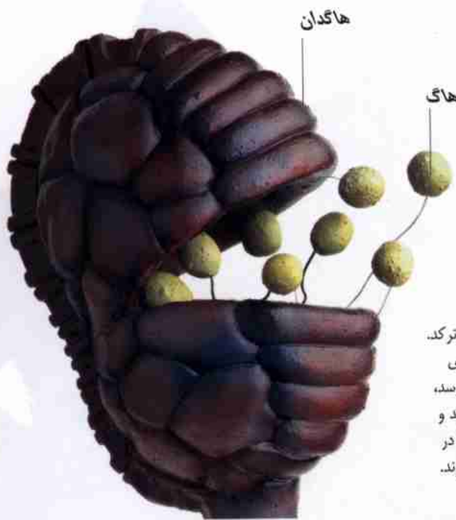


▲ برگشاخه‌های سرخس
برگ‌های سرخس برگشاخه نامیده می‌شوند. برگشاخه‌ها ابتدا به‌صورت مارپیچ پدیدار می‌شوند. برگشاخه‌ها در ابتدا به این سبب مارپیچی هستند که رشد سطح زیرین آن‌ها سریع‌تر از رشد سطح بالایی آن‌هاست. برگشاخه‌های جوان برخی از سرخس‌ها خوراکی، اما برخی دیگر سمی هستند.

هاگ

هاگ‌ها سلول‌های ریز و مستقلی هستند و برخلاف سلول‌های جنسی می‌توانند به‌تنهایی تقسیم شوند و توده‌هایی با سلول‌های بسیار تولید کنند. هاگ‌ها ساختاری ساده دارند. این ساختار شامل مواد ژنتیک است که درون پوششی محافظ قرار دارد و می‌تواند در خشکی هوا تاب بیاورد. هنگامی که هاگی روی زمین مرطوب قرار می‌گیرد، گیاهی به‌وجود می‌آید که سلول‌های جنسی تولید می‌کند.

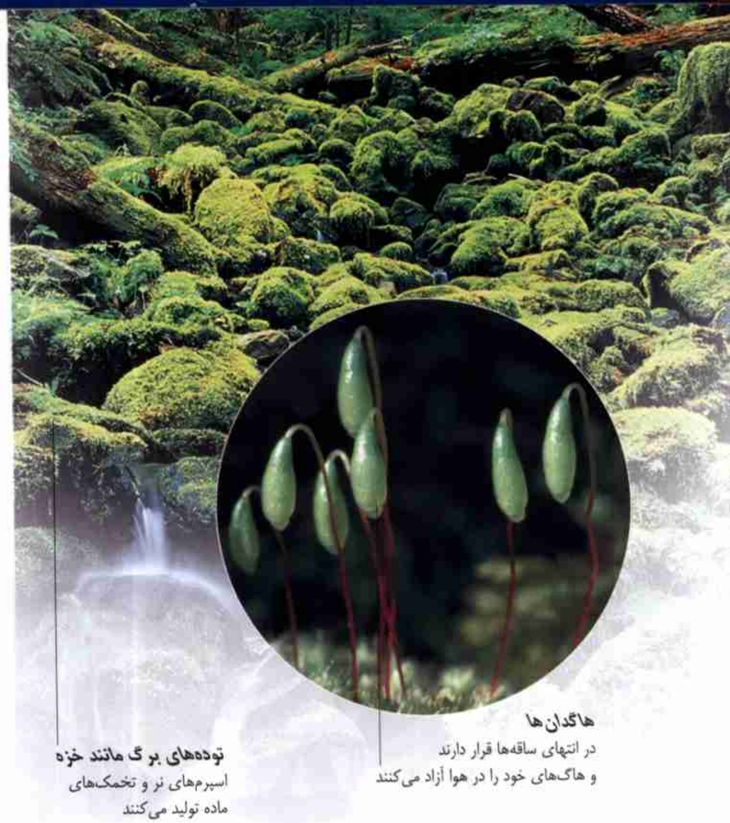




هاگ‌های سرخس در حال انتشار

پراکنش هاگ‌ها ◄

هاگ‌ها به تعداد زیاد به‌وسیله‌ی باد یا آب منتشر می‌شوند. هاگدان سرخس وقتی خشک می‌شود، می‌ترکد. هاگدان‌های بسیاری از خزه‌ها، درپوشی دارند که روی دهانه‌ی آن را مسدود کرده است. وقتی هاگدان می‌رسد، درپوش آن می‌افتد و دندانه‌هایی که رو به درون دارند و دهانه‌ی آن را بسته‌اند، آشکار می‌شوند. این دندانه‌ها در هوای خشک به‌طرف خارج خم و هاگ‌ها آزاد می‌شوند.



توده‌های برگ مانند خزه
اسپرم‌های نر و تخمک‌های ماده تولید می‌کنند

هاگدان‌ها
در انتهای ساقه‌ها قرار دارند و هاگ‌های خود را در هوا آزاد می‌کنند

▲ تولید مثل خزه‌ها

خزه‌ها و جگرواش‌ها در گروهی به‌نام خزگیان جای دارند. خزگیان بالغ سلول جنسی تولید می‌کنند. سپس سلول تخم بارور شده به اسپوروفیتی ساقه‌دار یا هاگدان تبدیل می‌شود. هاگ‌ها پس از رها شدن نسل‌های بعدی خزه را به‌وجود می‌آورند.

تورب

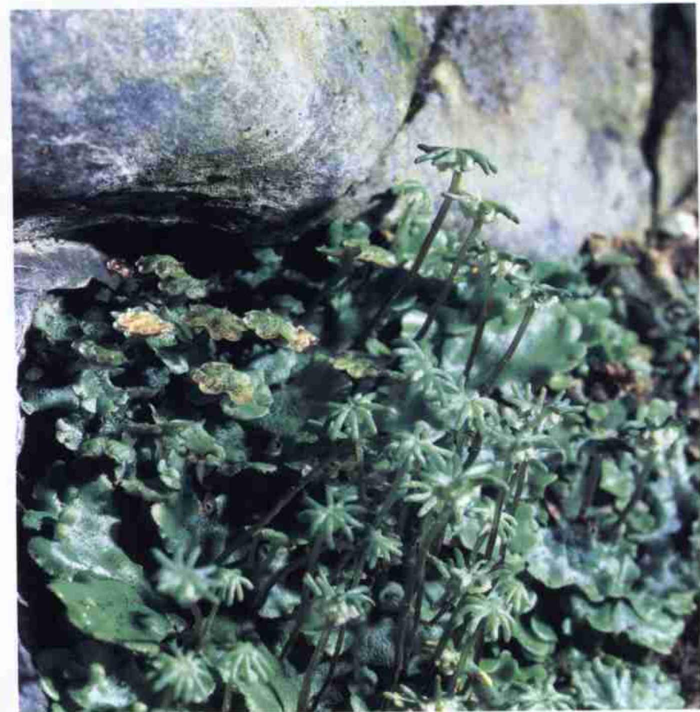
تورب، که گاه خزه‌ی اسفاگنوم نیز نامیده می‌شود، در تالاب‌هایی به‌نام تورب زار به فراوانی می‌روید. این خزه‌ها بافتی اسفنجی دارند و می‌توانند آب فراوانی را در خود نگه دارند. تورب‌ها برای جذب مواد معدنی، واکنش‌های شیمیایی خاصی انجام می‌دهند که به‌عنوان فرآورده‌ی جانبی به‌خاک اطراف آزاد می‌کنند.

از تورب تا زغال سنگ ◄

پیکر تورب پس از مرگ انباشته و پس از صدها سال تبدیل به نوعی زغال سنگ ناقص می‌شود که بر اثر وزن آب و تورب‌های بالاتر فشرده می‌شود. به مرور زمان لایه‌های زنده می‌میرند، به زیر فرو می‌روند و تورب جدید روی آن‌ها رشد می‌کند. تورب را برای سوخت یا استفاده به‌صورت کود استخراج و خشک می‌کنند. استخراج بیش از حد تورب، تورب‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهد.

خزه‌ی اسفاگنوم

زغال سنگ ناقص
استخراج و شکسته شده



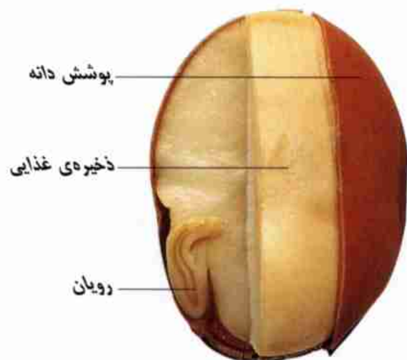
▲ کلنی‌های جان سخت

خزگیان ریشه‌ی حقیقی ندارند، بلکه به‌جای ریشه، رشته‌های نخ مانندی به‌نام ریزوئید دارند که گیاه را روی خاک نگه می‌دارد، اما آب جذب نمی‌کند. جذب آب در این گیاهان به‌عهده‌ی برگ‌هاست که رطوبت هوا را جذب می‌کنند. خزگیان معمولاً نخستین گیاهانی هستند که در زیستگاه‌های جدیدی جایگزین می‌شوند، چون به خاک نیاز ندارند، یا نیاز آن‌ها به خاک بسیار اندک است. خزگیان، مانند این جگرواش، می‌توانند روی سنگ‌های برهنه نیز برویند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ منابع زمین ۲۴۹-۲۴۸ • گرده افشانی ۲۶۷-۲۶۶ • گیاهان دانه‌دار ۲۶۳-۲۶۲

گیاهان دانه‌دار

بسیاری از گیاهان از رشد دانه به‌وجود می‌آیند. گیاهان دانه‌دار را به دو گروه تقسیم می‌کنند: بازدانگان و نهاندانگان. نهاندانگان گیاهان گلدار هستند. دانه‌های آن‌ها درون بخش زایشی ماده‌ی گل به‌نام تخمدان به‌وجود می‌آیند، تخمدان رشد می‌کند و به **میوه** تبدیل می‌شود. بازدانگان (مخروط‌داران، ژنکو و سیکادها) گل و تخمدان تولید نمی‌کنند. دانه‌های این گیاهان درون مخروط به‌وجود می‌آیند. باد، آب و یا جانوران دانه‌ها را از گیاه مادر می‌گیرند و انتشار می‌دهند.



▲ درون یک دانه
دانه نخستین مرحله‌ی چرخه‌ی زندگی گیاه است. درون پوشش دانه، گیاه نوزاد یا رویان قرار دارد. غذای مورد نیاز برای رویش و رشد گیاه در پیرامون رویان یا درون برگه‌های خاصی از دانه که لپه نامیده می‌شوند، قرار دارد.



▲ میوه‌ی پروازکننده
دانه‌های گیاه قاصدک چترک‌هایی پر مانند دارند که با آن از گیاه مادر دور می‌شوند. گل قاصدک از تعداد زیادی گل کوچک که گلچه نامیده می‌شوند، تشکیل شده است. هر یک از این گلچه‌ها به یک میوه تبدیل می‌شود. پس از آن که گلبرگ‌های زرد فرو می‌ریزند، میوه‌ها درون گل تشکیل می‌شود. وقتی هوا خشک می‌شود، گل بسته‌شده به‌شکل مجموعه‌ای از چترک‌ها باز می‌شود. نسیم آهسته‌ای چترک‌ها را در هوا به پرواز درمی‌آورد.

انتشار بدون دانه

دانه تنها وسیله‌ی تکثیر گیاهان نیست. برخی از گیاهان بخش‌هایی از ساقه‌ی خود را به شکل‌های پیاز، غده، ریزوم یا بنه در می‌آورند که می‌توانند در تولید مثل گیاه شرکت کنند. این نوع تولید مثل، تولید مثل رویشی نام دارد. چون فقط یک گیاه در آن شرکت دارد گیاه جدید مشابه گیاه والد است.



پیاز لاله
پیاز جوانه‌ای زیرزمینی است که برگ‌های متورم دارد. ذخیره‌ی غذایی موجود در آن باعث می‌شود که پیاز سریع رشد کند. در اطراف پیازهای قدیمی پیازهای جدید به‌وجود می‌آیند.



غده‌ی کنگرفرنگی
غده ساقه یا ریشه‌ی متورم است که در سطح آن جوانه‌هایی وجود دارد. ذخیره‌ی غذایی موجود در غده در محیط مناسب باعث رشد غده می‌شود.



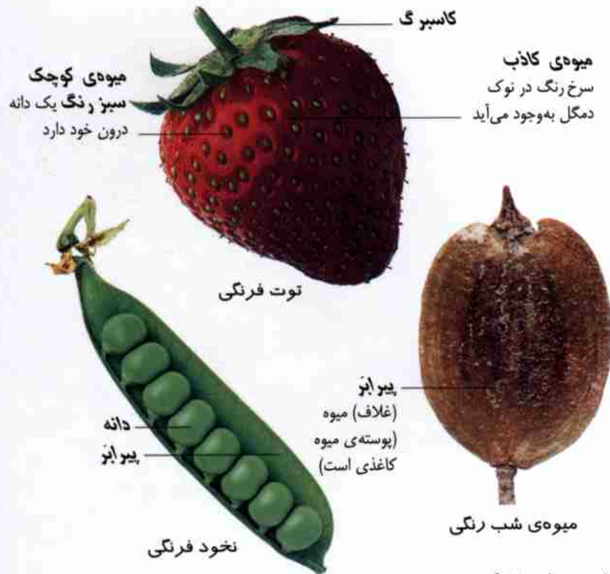
بُنه‌ی گلایول
بنه ساقه‌ی زیرزمینی متورمی است که برای جوانه‌های در حال رشد انرژی فراهم می‌کند. وقتی که غذای یکی از بنه‌ها پایان می‌یابد، بنه‌ی دیگری به‌وجود می‌آید.



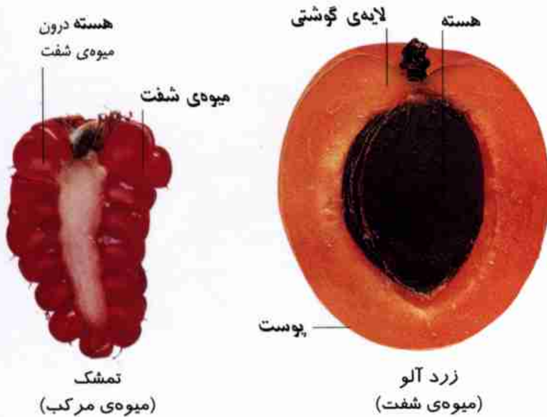
ریزوم زنبق
ریزوم ساقه‌ای افقی است که زیر خاک یا روی خاک می‌روید و با تقسیم شدن، جوانه‌ها و ریشه‌های جدیدی روی شاخه‌هایش ایجاد می‌کند.

میوه

تخمدان گل معمولاً به میوه تبدیل می‌شود تا از دانه محافظت و به انتشار آن کمک کند. میوه ممکن است آبدار یا خشک باشد. میوه معمولاً خوشمزه و خوش رنگ است تا جانوران میوه‌خوار را جلب کند. دانه‌ها از لوله‌ی گوارشی جانور سالم عبور می‌کنند و به زمین می‌افتند. دانه‌ها هم‌چنین ممکن است از راه‌های دیگری مانند گیر کردن به پوشش بدن جانوران، باد، یا شکسته شدن میوه منتشر می‌شوند.



▲ **میوه‌های خشک**
دانه‌های میوه‌های خشک به روش‌های گوناگون منتشر می‌شوند. پیراَبَر یا غلاف نخود فرنگی میوه‌های خشک در بر دارد که وقتی خشک می‌شود شکاف بر می‌دارد و دانه‌ها را با فشار به بیرون پرتاب می‌کند. میوه‌ی شب‌رنگی بالی کاغذی در اطراف دانه به‌وجود می‌آورد تا بتواند با باد جابه‌جا شود. توت فرنگی میوه‌ی کاذب دارد، اما روی آن میوه‌های سبز رنگ کوچکی وجود دارد که درون هر کدام یک دانه قرار دارد.



▲ **میوه‌های آبدار**
میوه‌های آبدار گوشتی و با رنگ‌های درخشان برای جلب جانوران میوه خوار طراحی شده‌اند. این جانوران به انتشار آن‌ها کمک می‌کنند. میوه‌های زردآلو و گیلاس هسته‌ای سخت و چوبی دارند. این پوسته از دانه‌ای که درون هسته قرار دارد محافظت می‌کند. این میوه شفت نام دارند و از یک تخمدان به‌وجود آمده‌اند. برخی از میوه‌ها، مانند تمشک، شفت مرکب دارند و از چند تخمدان به‌وجود آمده‌اند.

▼ **رویش لوبیای رونده**
دانه‌ها برای جوانه زدن معمولاً به شرایط گرم و مرطوب نیاز دارند. دانه، هنگام رویش، آب جذب می‌کند و رویان از ذخیره‌ی غذایی استفاده می‌کند. ریشه‌ی جوان یا ریشه‌چه رشد خود را به‌سوی پایین آغاز می‌کند. سپس جوانه‌ی جوان یا ساقه‌چه به‌سمت بالا رشد می‌کند. پس از آن ساقه‌چه به ساقه و برگ تبدیل می‌شود. نخستین برگ‌ها، برگ دانه یا لپه نامیده می‌شوند و تا پیش از نمودار شدن برگ‌های اصلی گیاه، منبع اولیه‌ی تأمین انرژی رشد هستند.

برگ واقعی، باز می‌شود و فرایند فتوسنتز را آغاز می‌کند

ساقه، از گیاه در حال رشد حفاظت می‌کند

ساقه‌چه

پوسته

ریشه‌چه

پوسته

ریشه‌چه

میوه‌ی سرباز، دانه‌های رسیده را، که هرکدام به چتری متصلند آزاد می‌کند

دانه‌ها، در هوا پخش می‌شوند

چترها، در سر دانه‌ها باقی می‌مانند تا باد آن‌ها را از میوه جدا کند

نیز نگاه کنید به ◀◀ گیاهان گل دار ۲۵۶ ● گرده افشانی ۲۶۷-۲۶۶ ● گیاهان غذایی ۲۷۷-۲۷۶

گیاهان مخروط‌دار

حدود ۵۵۰ گونه گیاه مخروط‌دار وجود دارد. بسیاری از آن‌ها درختان همیشه سبز و بزرگی هستند. برگ‌های بیشتر آن‌ها سوزنی است و معمولاً پوششی مومی و ضخیم دارند که در برابر از دست رفتن آب و سرما از برگ‌ها محافظت می‌کنند. دانه‌های مخروط‌داران درون پولک‌هایی چوبی، که **مخروط** را تشکیل می‌دهند، یا درون اندام‌های گوشتی فنجان‌مانند به‌وجود می‌آیند.





▲ **پولک**
برگ‌های سرو پولک مانند، همیشه سبز و معطرند. همه‌ی مخروط‌داران رزین‌های معطر تولید می‌کنند.



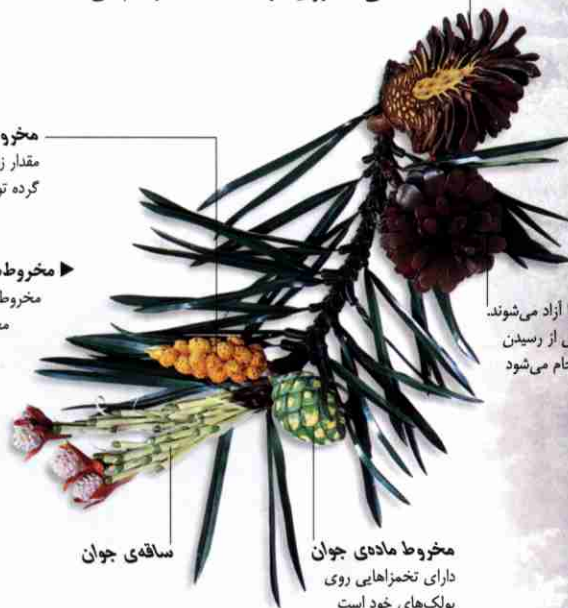
▲ **برگ‌های سوزنی خزان‌شونده**
لاریکس‌ها گیاهانی غیرعادی هستند، چون مخروط‌دارانی خزان شونده‌اند. در پاییز برگ‌های سوزنی شکل آن‌ها می‌ریزند.



▲ **برگ‌های سوزنی پهن**
سرخدارها، نرادها و برخی از درختان چوب سرخ برگ‌هایی کوچک و پهن دارند که روبه‌روی هم روی ساقه ظاهر می‌شوند.

مخروط

بخش‌های تولید مثلی گیاهان مخروط‌دار درون مخروط‌ها قرار دارند. بسیاری از مخروط‌ها چوبی هستند، اما برخی، مانند مخروط‌های گیاه سرخدار، نرمند و مانند حبه‌ی انگور به‌نظر می‌رسند. مخروط‌های کاج و سرو به‌طور کامل از گیاه جدا می‌شوند و به‌زمین می‌افتند، اما مخروط‌های سدر و بسیاری از درختان نراد هنگامی که روی درخت هستند، از هم می‌شکافند.



▶ **مخروط‌های نر وماده**
مخروط‌های نر و ماده‌ی گیاهان مخروط‌دار از هم جدا هستند. مخروط‌های نر دانه‌های گرده (سلول‌های جنسی نر) تولید می‌کنند. این مخروط‌ها پس از رسیدن باز می‌شوند و دانه‌های گرده‌ی خود را آزاد می‌کنند. دانه‌های گرده را باد تا مخروط‌های باز شده‌ی ماده حمل می‌کند. مخروط ماده در این هنگام بسته می‌شود و سلول‌های نر با سلول‌های تخمزای درون آن ترکیب می‌شوند و دانه به‌وجود می‌آید.



▲ **بال‌هایی برای انتشار**
هنگامی که هوا گرم و خشک است، مخروط‌های ماده باز می‌شوند و دانه‌های خود را منتشر می‌کنند. برخی از دانه‌ها بال‌هایی کاغذ مانند دارند که دانه را در هوا نگه می‌دارند و آن را تا فاصله‌های دور می‌برند و بنابر این، در محلی دورتر از سایه‌ی درخت مادر رشد می‌کند.

▶ **جنگل مخروط‌داران**
درختان و درختچه‌های مخروط‌دار تقریباً همیشه سبز هستند؛ یعنی برگ‌های آن‌ها در طول سال سبز باقی می‌مانند. این برگ‌های دائمی از نفوذ آفتاب به زمین جنگل جلوگیری می‌کنند و تنها گونه‌های سایه دوست، مانند سرخس‌ها و جلبک‌ها، می‌توانند بر کف این جنگل‌ها برویند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ رده‌بندی گیاهان ۲۵۵-۲۵۴ ● گیاهان دانه‌دار ۲۶۳-۲۶۲ ● درختان ۲۶۹-۲۶۸

گیاهان گل‌دار

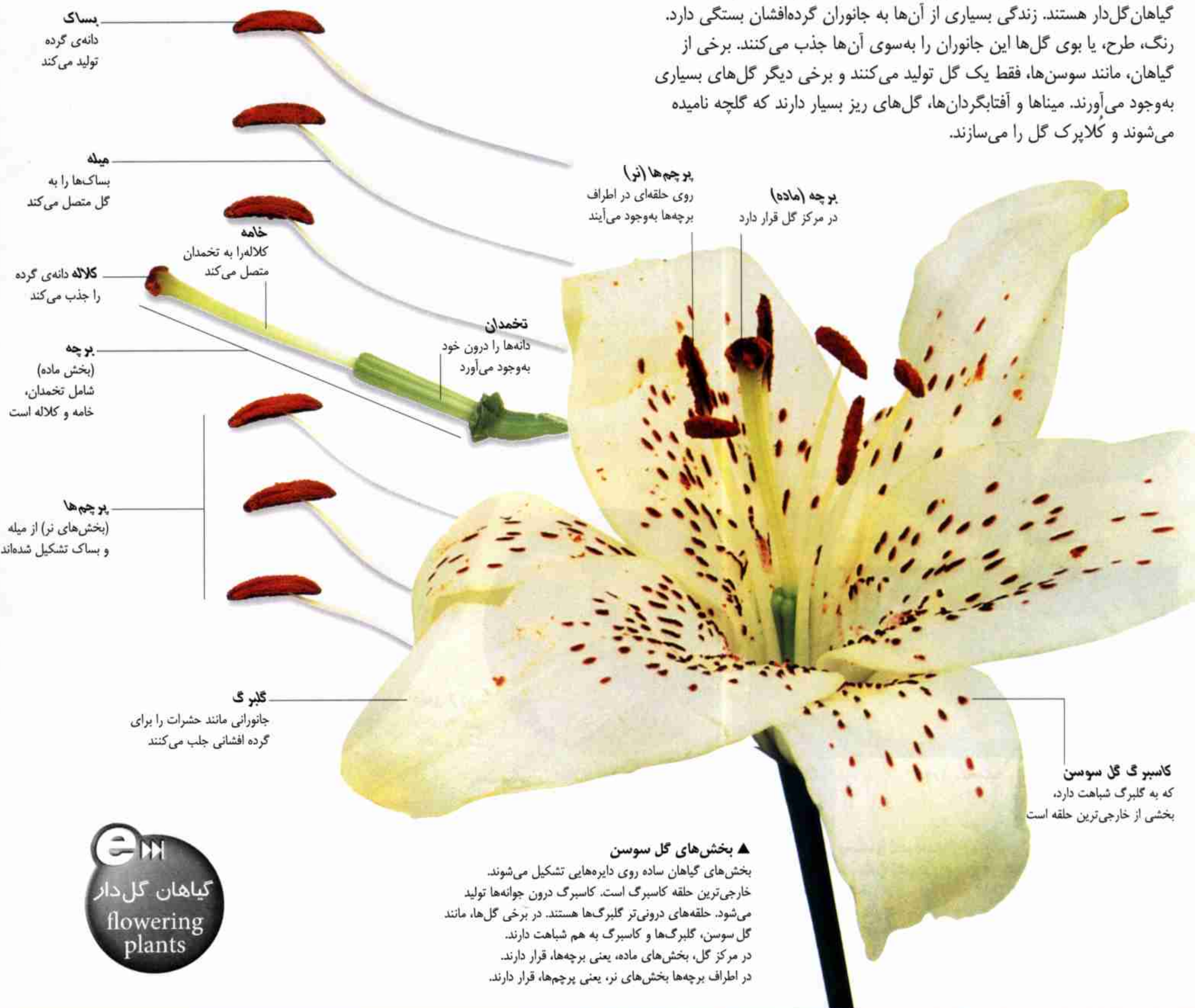
گیاهان گل‌دار، که گیاهان نهان‌دانه نیز نامیده می‌شوند، دانه‌های خود را درون قاعده‌ی متورم شده‌ی **گل** که تخمدان نامیده می‌شود به‌وجود می‌آورند. گیاهان گل‌دار حدود ۸۰ درصد از گونه‌های گیاهی را تشکیل می‌دهند. این گیاهان در بیشتر نقاط جهان می‌رویند و اندازه‌ی آن‌ها از گیاه بسیار ریز عدسک آبی تا درختان غول پیکر اکالیپتوس متفاوت است. گیاهان گل‌دار را به دو گروه تقسیم می‌کنند: تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها.

▲ گیاه تک‌لپه‌ای
گیاهان گل‌داری که در دانه‌ی آن‌ها یک برگه (لپه) وجود دارد، تک‌لپه‌ای نامیده می‌شوند. رگبرگ‌های گیاهان تک‌لپه‌ای بالغ با هم موازی هستند و گلبرگ‌ها و دیگر بخش‌های گل در این گیاهان معمولاً ۴ یا ۵ تایی هستند.

▲ گیاه دولپه‌ای
در دانه‌های گیاهان دولپه‌ای که بزرگ‌ترین گروه گیاهان را تشکیل می‌دهند، دو برگ (لپه) وجود دارد. رگبرگ‌های گیاهان بالغ دولپه‌ای منشعب هستند و گلبرگ‌ها و دیگر بخش‌های گل‌های آن‌ها معمولاً ۴ یا ۵ تایی است.

گل

گل‌ها اندام‌های تولید مثلی گیاه را در خود دارند و چشمگیرترین بخش‌های گیاهان گل‌دار هستند. زندگی بسیاری از آن‌ها به جانوران گرده‌افشان بستگی دارد. رنگ، طرح، یا بوی گل‌ها این جانوران را به‌سوی آن‌ها جذب می‌کنند. برخی از گیاهان، مانند سوسن‌ها، فقط یک گل تولید می‌کنند و برخی دیگر گل‌های بسیاری به‌وجود می‌آورند. میناها و آفتابگردان‌ها، گل‌های ریز بسیار دارند که گلچه نامیده می‌شوند و کُلاپرک گل را می‌سازند.



▲ بخش‌های گل سوسن
بخش‌های گیاهان ساده روی دایره‌هایی تشکیل می‌شوند. خارجی‌ترین حلقه کاسبرگ است. کاسبرگ درون جوانه‌ها تولید می‌شود. حلقه‌های درونی‌تر گلبرگ‌ها هستند. در برخی گل‌ها، مانند گل سوسن، گلبرگ‌ها و کاسبرگ به هم شباهت دارند. در مرکز گل، بخش‌های ماده، یعنی برچه‌ها، قرار دارند. در اطراف برچه‌ها بخش‌های نر، یعنی پرچم‌ها، قرار دارند.

e ⏭ گیاهان گل‌دار flowering plants

نیز نگاه کنید به ◀◀ گیاهان دانه‌دار ۲۶۳-۲۶۲ ● گرده افشانی ۲۶۷-۲۶۶

گرده‌افشانی

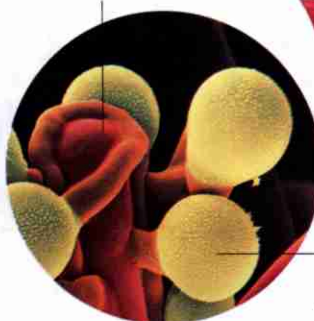
سلول‌های جنسی نر گیاهان دانه‌دار (گیاهان گل‌دار، مخروط‌داران و سیکاها) **گرده** نامیده می‌شوند که در محفظه‌هایی محکم قرار دارند. دانه‌های گرده، درون اندام‌هایی به‌نام بساک تولید می‌شوند و باید به بخش‌های ماده‌ی گیاه برسند تا دانه تولید کنند. این فرایند را گرده افشانی می‌گویند و به راه‌های مختلف انجام می‌شود. برخی از گیاهان با کمک جانوران **گرده افشان**، گرده افشانی انجام می‌دهند و برخی دیگر برای این کار از باد کمک می‌گیرند.

گرده افشانی
pollination

◀ انتقال دهنده‌ی دانه‌ی گرده
وقتی که بساک گل شکاف بر می‌دارد، دانه‌های گرده آزاد می‌شوند. وقتی این مرغ شهدخوار برای نوشیدن شیره‌ی گل به گلی سر می‌زند، غباری از دانه‌های گرده‌ی آن گل را به خود می‌گیرد. هنگامی که این پرنده به سراغ گلی دیگر می‌رود، بعضی از دانه‌های گرده‌ی همراه آن روی کلاله‌ی آن گل می‌نشینند. بسیاری از گیاهان نمی‌گذارند که گرده‌ی یک گل، با تخمزای همان گل ترکیب شود.



درون تخمک



دانه‌های گرده‌ی در حال رویش روی کلاله‌ی گل شقایق



گل شقایق

▲ لقاح
تخمزای گل درون محفظه‌ای به‌نام تخمک قرار دارد. نوک لوله‌ای گرده به درون تخمک نفوذ و سلول جنسی نر را به‌درون آن تزریق می‌کند. این سلول جنسی نر با تخمزا ترکیب می‌شود. در گیاهان گلدار، پیش از آن که تخمک تبدیل به دانه شود یکی دیگر از سلول‌های جنسی نیز باید به تخمک وارد شود. این سلول با هسته‌ای به‌نام هسته‌ی قطبی ترکیب می‌شود و غذای گیاه تازه تشکیل شده یا رویان را تامین می‌کند تا درون دانه رشد کند.

◀ رویش دانه‌ی گرده
بخش ماده‌ی گل جسم متورمی به‌نام کلاله دارد. وقتی دانه‌ی گرده روی کلاله می‌نشیند، به آن می‌چسبد و شروع به جوانه زدن می‌کند. لوله‌ای میکروسکوپی گرده خارج می‌شود و به‌درون کلاله فرو می‌رود و سپس از میله‌ای که خامه نامیده می‌شود گذر می‌کند و به‌سوی تخمزا که در پایین تخمدان قرار دارد، می‌رود. کلاله‌ی گل روی خامه قرار دارد و دانه‌ی گرده را به‌دام می‌اندازد.

گرده

گیاهان دانه‌دار برخلاف گیاهان بدون دانه اسپرم شناگر تولید نمی‌کنند، بلکه سلول جنسی نر آن‌ها که بی‌حرکت است درون دانه‌ی گرده محبوس است. سلول جنسی نر گیاه درون دانه‌ی گرده از خشک‌شدن محفوظ است. این سلول به‌جای آن که مانند گیاهان بدون دانه در آب به‌سوی تخمزا شنا کند، با باد، یا به کمک جانوران به سلول تخمزا می‌رسد.

▲ برجستگی‌های روی سطح

سطح بسیاری از دانه‌های گرده در زیر میکروسکوپ به‌نحوی باور نکردنی دارای تزییناتی است. برخی از برجستگی‌های روی سطح این دانه‌ها خار مانند هستند احتمالاً برای آن که بهتر بتوانند روی کلاله‌ی ماده‌ی گیاه بچسبند. دانشمندان اغلب می‌توانند از روی شکل دانه‌ی گرده به گونه‌ی گیاهی که آن دانه‌ی گرده را تولید کرده است، پی ببرند. بسیاری از گیاهان گل‌دار دانه‌های گرده‌ی بسیار زیادی تولید می‌کنند. دانه‌های گرده اگر چه بسیار ریز هستند، اما ممکن است برخی از انسان‌ها را دچار حساسیت کنند.



▲ انتشار با باد

گل‌های نر و ماده‌ی بسیاری از گیاهانی که دانه‌های گرده‌ی خود را با باد می‌افشانند از هم جدا هستند. گل‌های نر، مانند گل‌های نر این سنبله‌ی دم‌گربه‌ای دانه‌های گرده‌ی بسیار زیادی تولید می‌کنند و معمولاً از شاخه آویزان می‌شوند تا دانه‌های گرده‌ی خود را به باد بسپارند. خامه‌های بسیاری از گل‌هایی که با باد گرده افشانی انجام می‌دهند، بلند است تا کلاله در معرض باد قرار گیرد و احتمال گرفتن دانه‌های گرده افزایش یابد.

گرده افشان‌ها

بسیاری از جانوران گرده افشان هستند، یعنی دانه‌ی گرده را از بساک به کلاله منتقل می‌کنند. بسیاری از گونه‌های گیاهی برای گرده افشانی از حشرات استفاده می‌کنند، چون این جانورانِ پرواز کننده برای وارد شدن به بسیاری از گل‌ها جثه‌های کوچک دارند و می‌توانند دانه‌های گرده را به مسافت‌های دور ببرند. اما برخی از گیاهان برای گرده افشانی به‌جای حشرات از جانوران بزرگ‌تر مانند پرندگان و خفاش‌ها استفاده می‌کنند. شکل گل‌های بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌گونه‌ای است که فقط گونه‌های خاصی از جانوران می‌توانند برای آن‌ها گرده افشانی کنند.

کاسبرگ‌های لب مانند

به‌عنوان سکوی فرود برای زنبور و نگه‌داری آن عمل می‌کنند

جلب گرده افشانان ◄

جانوران گرده افشان مختلف به محرک‌های متفاوتی پاسخ می‌دهند. پرندگان جذب رنگ قرمز می‌شوند، اما حس بویایی آن‌ها ضعیف است؛ بنابراین بسیاری از گیاهانی که برای گرده افشانی از پرندگان استفاده می‌کنند، قرمز اما بی‌بو هستند. راه جلب حشرات متفاوت است. زنبورها جذب گل‌های آبی یا زرد با عطر شیرین می‌شوند. از سوی دیگر، برخی از گل‌ها بوی گوشت گندیده تولید می‌کنند تا مگس‌ها را به‌سوی خود جلب کنند.



گیاه خاس ماده

▲ دگرلقاحی

دانه‌هایی که به روش دگرلقاحی تولید می‌شوند، سالم‌ترند. در دگرلقاحی دانه‌ی گرده‌ی یک گل با تخمزای گلی دیگر ترکیب می‌شود. گیاهان برای انجام دگرلقاحی روش‌های گوناگون به‌کار می‌برند. در برخی گونه‌ها، گل‌های نر و ماده هرگز همزمان روی یک گیاه به‌وجود نمی‌آیند. در بعضی دیگر، جنس‌های نر و ماده از هم جدا هستند. مثلاً گیاه خاس یا نر است یا ماده. فقط گیاه خاس ماده میوه‌ی حبه‌ای تولید می‌کند.



◄ نشانه‌های شهد

بسیاری از گل‌ها الگوهایی از خطوط دارند که از آن‌ها برای راهنمایی حشرات به‌سوی غده‌های شهد سازی که در قاعده‌ی گلبرگ‌ها قرار دارند، استفاده می‌کنند. برخی گیاهان الگوهای خود را با پرتوهای فرابنفش به حشرات نشان می‌دهند. حشرات گرده افشان، بر خلاف انسان، می‌توانند پرتوهای فرابنفش را ببینند. این حشرات روی گلبرگ‌هایی که به‌نظر ما رنگ یکنواخت دارند، نشانه‌های شهد را می‌بینند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ گیاهان دانه‌دار ۲۶۳-۲۶۲ • گیاهان گل دار ۲۶۵

درختان

این گیاهان دانه‌دار بلند سال‌ها زنده می‌مانند و در زمستان نمی‌میرند. درختان یک ساقه‌ی چوبی دارند که تنه نامیده می‌شود. تنه با رشد و مسن‌تر شدن گیاه کلفت‌تر می‌شود تا بتواند وزن در حال افزایش آن را نگه دارد. در برخی نقاط جهان، درختان در کنار هم می‌رویند و **جنگل** تشکیل می‌دهند. درختان را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند: مخروط‌داران و درختان برگ پهن. بسیاری از درختان برگ پهن را **درختانِ برگ‌ریز** یا خزان شونده می‌گویند یعنی برگ‌های آن‌ها در پاییز می‌ریزد. بسیاری از مخروط داران **درختانِ همیشه‌سبز** هستند و در سراسر طول سال برگ دارند.

◀ بافت چوبی
تنه‌ی درخت از لایه‌های مختلف سلولی تشکیل شده است. خارجی‌ترین‌لایه لایه‌ی محافظ است که پوست درخت نام دارد. در زیر پوست درخت، لایه‌ی نازکی از سلول‌های آبکشی قرار گرفته است. این سلول‌ها غذا را از برگ‌ها به دیگر بخش‌های گیاه می‌رسانند. زیر لایه‌ی آبکشی لایه‌ی نازک دیگری قرار دارد. این لایه کامبیوم نام دارد و سلول‌های آن دائماً تقسیم می‌شوند تا به قطر تنه بیفزایند. در زیر آن‌ها آوندهای چوبی موجود در برون چوب قرار دارند که آب و مواد معدنی را از ریشه‌ها به بالا می‌کشانند.

درون چوب
از سلول‌هایی که بیشتر آن‌ها مرده‌اند تشکیل شده و به درخت استحکام می‌دهد

برون چوب
شامل سلول‌های زنده و مرده است

پوست درخت
از سلول‌های سخت و مرده تشکیل شده است و از بافت زنده‌ی زیرین خود حفاظت می‌کند



پوست محافظ ◀
پوست درخت از چوب درونی که زنده است حفاظت می‌کند و آن را از خشک شدن و گرما و سرمای شدید مصون می‌دارد. بریدگی‌های کوچکی که در پوست درخت وجود دارد، عدسک نام دارند و به دی‌اکسید کربن اجازه‌ی خروج و به اکسیژن اجازه‌ی ورود می‌دهند. بافت پوست درختان مختلف متفاوت است. پوست درخت بلوط شکاف‌دار و زبر است. پوست درخت راش بسیار ظریف و نازک است و پوست درخت توس نسبتاً صاف است.

جنگل

تقریباً یک سوم خشکی‌های زمین را جنگل پوشانده است. در جنگل، درختان به‌صورت فشرده در کنارهم روییده‌اند. جنگل را بر پایه‌ی اقلیمی که در آن قرار دارند، به جنگل‌های گرمسیری، مناطق معتدل و سردسیر تقسیم می‌کنند. جنگل‌های بارانی در آب و هوای گرم و مرطوب تشکیل می‌شوند. در این‌جا ممکن است بیش از ۲۰۰ گونه درخت در هر هکتار از زمین روییده باشند. بیشتر درختان جنگل‌های مناطق معتدل خزان شونده هستند، مانند بلوط و راش. جنگل‌های سردسیری شمال کره‌ی زمین را بیشتر درختان مخروط‌دار تشکیل می‌دهند.

لایه‌ی نوپدید
شامل تاج درختان بلند است

سایبان
شامل نوک بسیاری از درختان کامل جنگلی است

زیر سایبان
از درختان جوان که به‌سوی سایبان در حال رشدند تشکیل شده است

لایه‌ی بوته‌ای
شامل گیاهانی است که برگ‌های پهن دارند تا اندک نور خورشید را که به کف جنگل می‌رسد، جذب کنند.

کف جنگل
زیستگاه سرخس‌ها و گیاهان زمین‌رست دیگر است.



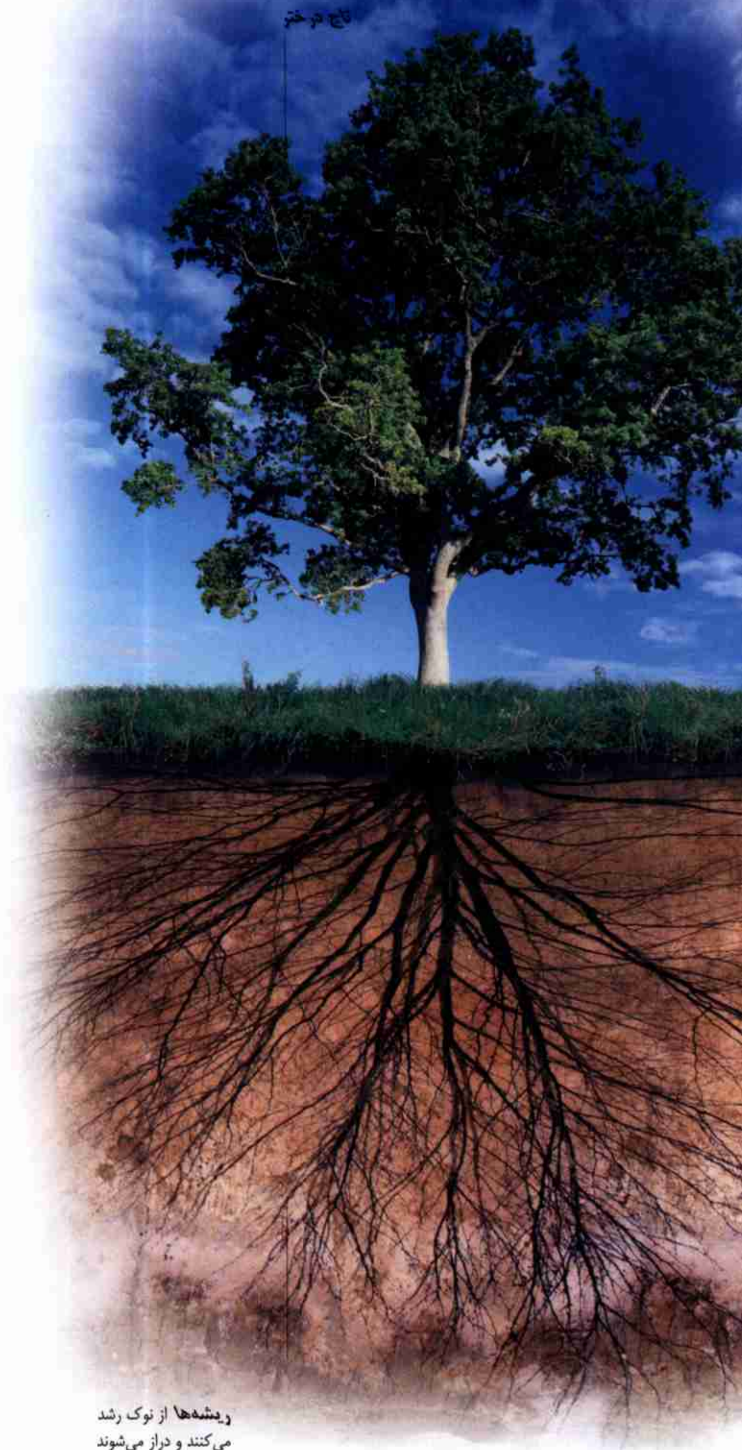
▲ لایه‌های زندگی
در جنگل‌های بارانی چند لایه‌ی مجزا وجود دارد. در هرلایه، گیاهان و جانوران خاصی زندگی می‌کنند. در سایبان، زندگی بیشتری در جریان است. در آن‌جا بیشتر برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها به‌وجود می‌آیند. تعداد اندکی از گیاهان به لایه‌ی نوپدیدی می‌رسند. در لایه‌ی زیر سایبان، درختان کوچک‌تر و در زیر آن‌ها لایه‌هایی از بوته‌های برگ پهن قرار دارند که می‌توانند در نور اندک زندگی کنند. پایین‌ترین لایه کف تاریک جنگل است که در آن، تعداد کمی گیاه کوچک زندگی می‌کنند.

درختان همیشه‌سبز

هر یک از برگ‌های روی درختان همیشه‌سبز ممکن است چند سال زنده باشد و فقط وقتی که قرار است جای آن برگی جدید تولید شود فرو می‌افتد. بنابراین، این درختان در طول زمستان‌های سرد یا فصول خشک برگ‌دار هستند. برگ‌های بسیاری از مخروط‌داران، مانند کاج، دو تا چهار سال عمر می‌کنند. در مناطقی نیز که تغییرات اقلیمی سالانه اندک است، مانند مناطق مرطوب گرمسیری، بسیاری از گیاهان همیشه سبز هستند.

مواد شیمیایی ضدیخ ◄
برگ‌های بسیاری از درختان همیشه سبز رزین دارند. رزین شکاف‌های روی تنه را پر و نیز برگ‌ها را از یخ‌زدگی محافظت می‌کند. خاصیت ضدیخ بودن رزین‌های درخت کاج به زنده ماندن برگ‌ها در زمستان کمک می‌کند، حتی هنگامی که کاملاً از برف و یخ پوشیده باشند.

قندیل‌های یخی
از شاخه آویزانند، اما به برگ‌های سوزنی زیر آن‌ها آسیبی نمی‌رسد



ریشه‌ها از نوک رشد می‌کنند و دراز می‌شوند

درختان برگ‌ریز

درختانی را که برگ‌های خود را در پاییز از دست می‌دهند، برگریز یا خزان‌شونده می‌گویند. این درختان در مناطق معتدل، که تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد دارند، می‌رویند. در پاییز، دما کاهش می‌یابد و از طول روز و زمان نورگیری برای فتوسنتز کاسته می‌شود. این درختان برای صرفه جویی در انرژی برگ‌های خود را می‌ریزند. و رشد خود را متوقف می‌کنند. این کار به نگهداری آب نیز کمک می‌کند، چون اگر برگ‌ها باقی بمانند مقداری از آب درخت از طریق آن‌ها تبخیر می‌شود.

▲ شبکه‌ی ریشه‌ها
ریشه‌های درخت به‌صورت شبکه‌ای بزرگ در زیر زمین گسترده می‌شوند. این شبکه غالباً هم اندازه‌ی تاج درخت است که بالای خاک قرار دارد. ریشه‌های بزرگ‌تر درخت آن را محکم در زمین نگاه می‌دارند. بسیاری از ریشه‌های نازک،که کار تغذیه‌ی گیاه را به‌عهده دارند، نزدیک سطح زمین قرار دارند. این ریشه‌ها را تارهای کشنده، که آب و مواد معدنی را از خاک جذب می‌کنند، می‌پوشانند.



تغییرات فصلی ◄
برگ‌های برخی از درختان خزان شونده پیش از فروریختن رنگ‌های درخشانی به‌خود می‌گیرند؛ مثلاً برگ‌های درخت افرا از سبز به زرد می‌گرایند و سپس نارنجی و قرمز می‌شوند. این تغیر رنگ به‌علت تجزیه‌ی کلروفیل است که برگ‌ها را سبز نگه داشته بود. پس از تجزیه‌ی کلروفیل، رنگدانه‌های دیگری که تا آن زمان دیده نمی شدند، ظاهر می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ زیستگاه‌ها ۲۴۷-۲۴۶ • آناتومی گیاهان ۲۵۷-۲۵۶ • فتوسنتز ۲۵۸ • فراورده‌های گیاهی ۲۸۱-۲۸۰

گیاهان انگل

بسیاری از گیاهان غذایی را که نیاز دارند، خود می‌سازند؛ اما برخی گونه‌ها انگل هستند. آن‌ها غذای خود را از گیاهانی می‌گیرند که میزبان نامیده می‌شوند. گیاهان انگل اندام مکنده‌ی خاصی دارند که می‌توانند آن را به‌درون آبراه‌های غذایی گیاهان وارد کنند و مواد قندی و معدنی آن را به‌درون خود بکشند. بسیاری از گیاهان انگل کاملاً به غذای میزبان وابسته‌اند و به برگ سبز نیاز ندارند. بعضی دیگر برگ‌های سبز دارند و می‌توانند مقداری از غذای خود را به روش فتوسنتز بسازند.



دارواش بالغ

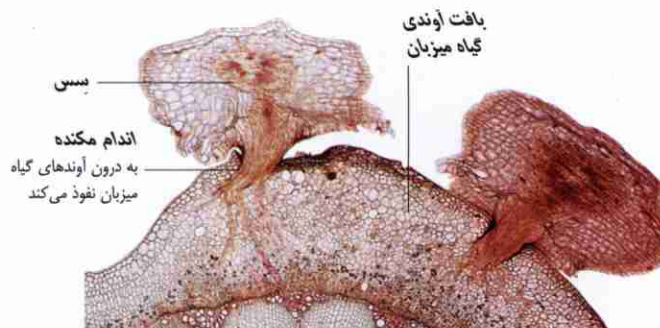
انگل سبز ◄
دارواش انگلی است که آب و مواد معدنی را از درخت میزبان می‌گیرد. دارواش برگ‌های سبز دارد و با استفاده از آبی که از گیاه میزبان می‌گیرد، و از طریق فتوسنتز غذا تولید می‌کند.



دانه‌ی دارواش در حال رویش



ساقه‌های دارواش



▲ ربودن غذا
این برش میکروسکوپی اندام مکنده‌ی گیاه سِس را نشان می‌دهد که به‌درون ساقه‌ی گیاه میزبان فرورفته، به آوندها وارد شده است و قندها را به‌درون خود می‌کشد. گیاه سِس با رشد خود تعداد زیادی اندام مکنده تولید می‌کند و رفته‌رفته مقدار بیشتری از مواد غذایی میزبان را جذب می‌کند تا سرانجام آن را بکشد.



انگل کامل ◄
سِس گیاهی انگلی است که اصلاً نمی‌تواند فتوسنتز انجام دهد. برگ‌های این گیاه کوچک و به پولک‌های قهوه‌ای رنگی تبدیل شده‌اند. این گیاه کلروفیل سبز رنگ ندارد، باید همه‌ی غذای مورد نیاز خود را از گیاه میزبان دریافت کند. سِس گیاهی بالا رونده، از خانواده پیچک است و به‌دور گیاه میزبان می‌پیچد، اندام‌های مکنده‌ای تولید می‌کند که به‌درون میزبان فرو می‌روند و از آن غذا جذب می‌کنند.

◄ گل انگل
رافلزیا گیاهی انگلی است که بزرگ‌ترین گل جهان را تولید می‌کند و در جنگل‌های بارانی جنوب شرقی آسیا می‌روید. این گیاه به ریشه‌های زیر زمین درختان تاک نفوذ می‌کند و از آن‌ها غذا می‌گیرد. رافلزیا گاه از این ریشه‌ها ساقه‌ی افراشته‌ای تولید می‌کند که روی آن گل‌های غول‌پیکری که قطر آن‌ها تا یک متر هم می‌رسد، پدیدار می‌شوند. این گل بوی شدید گوشت گندیده می‌دهد و مگس‌ها را به‌سوی خود می‌کشد.



نیز نگاه کنید به ◄◄ فتوسنتز ۲۵۸ • گیاهان گل‌دار ۲۶۵ • گرده‌افشانی ۲۶۶-۲۶۷ • قارچ‌ها ۲۸۲-۲۸۳

گیاهان گوشت‌خوار

گیاهان گوشت‌خوار گیاهانی هستند که می‌توانند حشرات و دیگر جانوران کوچک را به دام اندازند. آن‌ها این کار را برای به دست آوردن نیتروژن، که برای رشدشان حیاتی است، انجام می‌دهند. بسیاری از گیاهان از نیتراتی که در خاک وجود دارد، نیتروژن مورد نیاز خود را جذب می‌کنند. گیاهان گوشت‌خوار در باتلاق‌ها می‌رویند که در آن‌جا نیترات بسیار اندک است. بنابر این، برای تامین نیتروژن بدن خود شکار خود را گوارش می‌دهند. گیاهان گوشت‌خوار روش‌های منحصر به فردی مانند **کوزه‌های** پر از مایع و تله‌های فنروار برای به‌دام انداختن حشرات دارند.

e گیاهان گوشت‌خوار carnivorous plants



▲ **تله‌ی فنری**
برگ‌های گیاه مگس‌خوار ونوس، لولا دارند تا بتوانند با سرعت بسته شوند. کرک‌های حساس هر گونه حشره‌ای را که روی سطح برگ‌های باز می‌نشیند، شناسایی می‌کنند. با کم‌ترین حرکتی دو نیمیه‌ی برگ به‌هم نزدیک می‌شوند تا برگ را ببندند. وقتی دو نمیه‌ی برگ بسته شوند، گیاه شیره‌ای گوارشی ترشح می‌کند که بخش‌های نرم بدن قربانی را گوارش می‌کند.

کوزه‌های گیاهی

کوزه‌ی گیاهی نام تله‌های کوزه مانندی است که در زیر برگ‌ها آویزانند یا روی زمین قرار دارند. هر تله درپوشی دارد که از ورود آب باران جلوگیری می‌کند. در ته این تله مایع مخصوصی وجود دارد. نشانه‌های سرخ رنگ روی تله حشرات را جذب می‌کنند و در لبه‌های تله شهد شیرین مزه‌ای وجود دارد. هر گاه حشره‌ای روی تله بنشیند و بخواهد از شهد بنوشد، سر می‌خورد و به درون تله می‌افتد و به‌درون مایع ته آن فرو می‌رود و مواد غذایی بدن آن به‌وسیله گیاه جذب می‌شود.

حشرات غرق شده
به‌تدریج گوارش می‌شوند

▲ **شیره‌ی گوارشی**
برای آن که گیاه بتواند مواد غذایی بدن حشره را جذب کند، باید اول آن را تجزیه کند. گیاهان گوشت‌خوار مانند گیاهان کوزه‌دار، آنزیم‌هایی شبیه آن چه که غذا را درون لوله گوارشی جانوران تجزیه می‌کنند، از خود ترشح می‌کنند. گیاه کوزه‌ای می‌تواند در مدت چند ساعت حشره کوچکی را گوارش دهد. اما تجزیه‌ی حشرات بزرگ چند روز طول می‌کشد.



تله‌ی چسبنده ◄
گیاه حشره‌خوار دروزرا گیاهی کوچک و مردابی است که برگ‌های آن را کرک‌هایی می‌پوشانند. این کرک‌ها قطره‌های چسناکی شبیه به شبنم در نوک خود به‌وجود می‌آورند. وقتی حشرات جذب این مایع می‌شوند، به آن می‌چسبند. کرک‌ها سپس به‌درون خم می‌شوند، طوری که برگ همه‌ی بدن حشره را در برگیرد. مواد شیمیایی که از این کرک‌ها آزاد می‌شوند بدن حشره را گوارش می‌دهند و سپس گیاه مواد غذایی آن را جذب می‌کند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ بقای گیاهان ۲۷۵-۲۷۴ ● گیاهان غذایی ۲۷۷-۲۷۶ ● باکتری‌ها ۲۸۴ ● تغذیه ۳۱۳-۳۱۲

حساسیت گیاهان

گیاهان نیز مانند جانوران تغییرات محیط خود را احساس می‌کنند و به آن واکنش نشان می‌دهند. گیاهان می‌توانند نور، گرانش، تغییر دما، مواد شیمیایی و حتی لمس را شناسایی کنند و به آن واکنش نشان دهند. گیاهان برخلاف جانوران عصب و ماهیچه ندارند، بنابر این نمی‌توانند با سرعت حرکت کنند. پاسخ گیاهان به تغییرات محیط تغییر تدریجی آن‌ها در سرعت و جهت رشد است. حرکت آهسته‌ی گیاهان به‌سوی محرک یا به‌جهت مخالف آن گرایش نامیده می‌شود. گرایش را مواد شیمیایی خاصی که **تنظیم کننده‌های رشد گیاهان** نامیده می‌شوند، تنظیم می‌کنند.



▲ احساس جهت
نور بر جهت رشد ساقه اثر می‌گذارد. ساقه‌ها به‌سوی نور حرکت می‌کنند تا برگ‌ها بتوانند حداکثر فتوسنتز را انجام دهند. ریشه‌ها تحت تأثیر گرانش به‌سوی زمین حرکت می‌کنند و ممکن است به‌سوی آب یا به‌سوی تاریکی رشد کنند. عامل‌های دیگر، مانند دما و رطوبت خاک، ممکن است بر رویش دانه اثر بگذارند.



◀ زمان گلدهی
بسیاری از گیاهان در زمان خاصی از سال گل می‌دهند. این زمان خاص در واکنش به‌نور و دماست. گیاه زعفران می‌تواند نشانه‌های فرارسیدن بهار، مانند بلندتر شدن طول روز (نور بیشتر) و گرم شدن خاک، را تشخیص دهد. این تغییرها سبب تغییراتی در مواد شیمیایی درون گیاه و رویش رشد ساقه و گل می‌شود.



بقا در زمستان ◀
گیاهان خزان شونده، مانند این یاس زرد، در واکنش به کمبود نور و افزایش سرما در زمستان به‌خواب می‌روند. گیاه برای این کار موادی شیمیایی تولید می‌کند که دمبرگ‌ها را سست و آن‌ها را جدا می‌کند و برگ‌ها می‌ریزند. گیاه در زمستان نیازی به غذا ندارد چون ساقه و جوانه‌ها غیرفعالند. با فرارسیدن بهار، گیاه موادی شیمیایی تولید می‌کند که موجب رشد دوباره‌ی ساقه‌ها می‌شود.

▼ رو به نور
گل‌های آفتابگردان در طول روز رو به‌سوی خورشید دارند و به آهستگی در مسیر حرکت ظاهری خورشید در آسمان حرکت می‌کنند. البته این حرکت بسیار آهسته است و جلب توجه نمی‌کند. در بامداد، همه‌ی گل‌ها رو به مشرق دارند و در غروب به مغرب. این پدیده را نورگرایی می‌گویند، که معنی آن حرکت به‌سوی نور است. این حرکت با جابه‌جا شدن مواد شیمیایی از یک سوی ساقه به‌سوی دیگر انجام می‌شود.





بخش خارجی ◀
بعضی از بخش‌های گیاه به لمس حساسند. گیاهان بالارونده، مـــانند نخود فرنگی و این گل‌ســاعت، ســاقه‌هایی دراز و متصل شونده تولید می‌کنند که پیچک نام دارند. وقتی این پیچک‌ها به اجسام جامد مانند نرده‌های باغچه یا ساقه‌ی گیاهان دیگر برخورد می‌کنند، به دور آن‌ها می‌پیچند. گیاه می‌تواند با گرفتن و متصل شدن به این تکیه گاه‌ها به‌سوی بالا رشد کند.



▲ ریشه‌هایِ گیاه حرّا در زیر آب
ریشه‌ها معمولاً از نور گریزانند، اما ریشه‌های درخت حرا برعکس به‌سوی نور رشد می‌کنند. درخت حرا در کنار آب‌ها می‌روید و اکسیژن در خاک زیر آب اندک است. این ریشه‌ها برای جبران این کمبود ایجاد می‌شوند، از آب و گل و لای خارج می‌شوند و در هر بار جزر آب دریا، در معرض هوا قرار می‌گیرند و می‌توانند مقدار زیادی اکسیژن از هوا بگیرند.

e ⏭ حساسیت گیاهان plant sensitivity

تنظیم کننده‌های رشد گیاهان

برخی از مواد شیمیایی بر رشد بخش‌هایی از گیاهان اثر می‌گذارند. این مواد تنظیم کننده‌ی رشد گیاهان سرعت تقسیم شدن سلول‌ها و چگونگی رشد آن‌ها را تنظیم می‌کنند. برخی از آن‌ها در نوک ساقه یا نوک ریشه تولید می‌شوند و می‌توانند جهت رشد ساقه یا ریشه را تغییر دهند. اگر سلول‌های یک طرف نوک گیاه سریع‌تر رشد کنند، آن قسمت از نوک در جهت مخالف خم می‌شود.



تقسیم سلول‌ها در نوک ریشه‌ی گیاه سیر

◀ سلول‌ها در حال تقسیم
برخی از مواد تنظیم کننده‌ی رشد گیاهان فرآیند پیچیده‌ی تقسیم سلولی را آغاز می‌کنند. پیش از تقسیم، مواد ژنتیک سلول (DNA) باید تکثیر شوند. این دو سلول رشته‌های DNA، یا کروموزوم‌های خود را تکثیر کرده‌اند. این رشته‌ها از هم جدا می‌شوند و آماده‌اند در داخل هسته‌ی سلول‌های جدید محصور شوند. سپس هر سلول به دو سلول تبدیل می‌شود.

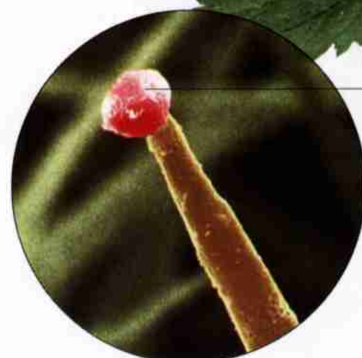
نیز نگاه کنید به ◀◀ آناتومی گیاهان ۲۵۷-۲۵۶ • فتوسنتز ۲۵۸ • گیاهان گل‌دار ۲۶۵ • بقای گیاهان ۲۷۵-۲۷۴

بقای گیاهان

برخی گیاهان می‌توانند شکارچیان را از خود دور کنند. برخی دیگر می‌توانند در شرایط سخت محیطی، مانند کوهستان‌های سرد و سنگی، زندگی کنند. در مناطقی که باران کم می‌بارد، گیاهانی که **خشک رُست** نامیده می‌شوند، روش‌های خاصی برای جمع آوری و ذخیره‌ی آب دارند. گیاهان **شور رُست** گروه دیگری از گیاهان جالب از نظر بقا هستند. این گیاهان می‌توانند در مناطق بیش از حد شور، مانند نمک زارها، خاک‌های شور و تپه‌های نمکی، برویند.



برگ‌های گیاه گزنه کرک‌های گزنده دارد



نوک براق با کرک‌های سمی پوشانده شده است

▲ دفاع
گیاهان نمی‌توانند از چنگ صیادان فرار کنند، بنابر این باید برای دفاع از خود کارهای دیگری انجام دهند. بعضی از گیاهان خار دارند. در برگ‌های بعضی دیگر زهرهای بد بو وجود دارد. برگ‌های گزنده‌ی گزنه با کرک‌های ریزی که پر از زهر هستند، پوشیده شده‌اند. نوک هر یک از کرک‌ها متورم است و رنگ درخشان دارد. اگر کسی نوک این کرک‌ها را لمس کند، می‌شکنند و خارهایی تیز و برنده به‌وجود می‌آورند که پوست را سوراخ و زهر را از درون مجرای کرک‌ها به زیر پوست تزریق می‌کنند.



استتار ◀
برخی گیاهان برای حفاظت از خود در برابر جانوران گیاه‌خوار به شکل‌های خاص درآمده‌اند. هم‌رنگ شدن با محیط استتار نام دارد. گیاه قلوه‌سنگی برگ‌های گوشتی و خاکستری دارد که به شکل قلوه سنگ‌های اطراف خود درآمده‌اند. فقط گل‌های این گیاه آن را آشکار می‌سازند. جانوران اغلب برگ‌های آن را با قلوه‌سنگ‌ها اشتباه می‌گیرند و آن‌ها را نمی‌خورند.



بوته‌های آلپی نزدیک زمین می‌رویند تا از اثر خشک کننده‌ی باد در امان باشند



گل‌ها از بوته خارج شده‌اند تا حشرات گرده‌افشان را به‌خود جلب کنند

◀ گیاهان در کوهستان‌های خشن
گیاهان کوهستانی موسوم به گیاهان آلپی باید در برابر نور خورشید، یخبندان شدید، و بادهای سرد از خود محافظت کنند. آب نیز در آن‌جا کمیاب است چون اغلب باران کم می‌بارد و لایه خاک نازک و یخ زده است. گیاهان آلپی به‌صورت گروهی و فشرده می‌رویند تا کمتر با محیط تماس داشته باشند. کرک‌های ریزی که روی برگ‌ها را پوشانده است، از دست رفتن آب را کم و آن را از آسیب آفتاب حفظ می‌کند.



▲ نیلوفر آبی آبزی زرد
گیاهان آبزی نیز مشکلات خاص خود را دارند. گل‌های نیلوفر آبی زرد یا بر سطح آب شناورند یا بر فراز ساقه‌ای در بالای سطح آب قرار دارند. سطح بالایی برگ‌ها مومی و آب‌گریز است. برگ‌های پهن در آب غوطه ورند و دمبرگ‌های درازی دارند. دمبرگ‌ها حاوی اتاقک‌های اکسیژن لازم برای تنفس هستند.



برگ‌های گیاه دارزی به‌صورت قیف در آمده‌اند تا آب را به مرکز گیاه هدایت کنند

◀ بر فراز میزبان
گیاه بروملیا در جنگل‌های بارانی گرمسیری زنده می‌کند. این گیاه برای رسیدن به نور کافی بر بالای شاخه‌های درخت میزبان می‌روید و با ریشه‌هایش استوار در جای خود می‌ماند. گیاهانی که مانند این گیاه روی گیاهان دیگر می‌رویند اما از آن‌ها غذا نمی‌گیرند، دارزی نامیده می‌شوند.

خشک‌رُست‌ها

گیاهانی که به زیستن در وضعیت‌های بیابانی و خشک سازگار شده‌اند خشک‌رُست نامیده می‌شوند. بسیاری از آن‌ها برگ ندارند، چون برگ در گرما با تبخیر آب از دست می‌دهد. این گیاهان به جای برگ خارهای دفاعی دارند. برخی از خشک‌رُست‌ها ریشه‌هایی کوچک دارند که آب باران را بلافاصله پس از بارندگی جذب می‌کنند. بعضی دیگر ریشه‌های راست و بلند دارند که آب را از اعماق زمین به بالا می‌کشند.

◄ ذخیره‌ی آب

گیاهان گوشتی گیاهانی هستند که بخش‌های آب‌دار و گوشتی دارند و در آن‌ها آب ذخیره می‌کنند. کاکتوس‌هایی مثل این، معروف‌ترین گیاهان گوشتی هستند. کاکتوس آب را در ساقه‌ی خود ذخیره می‌کند و بدین ترتیب می‌تواند با اقلیم خشک سازگار باشد. ساقه‌ی ضخیم آبدار فتوسنتز نیز انجام می‌دهد، چون برگ‌ها به خار تبدیل شده‌اند.

گلریزان در بیابان ◄

گیاهان زودمیر گیاهانی هستند که بلافاصله پس از بارانی که به ندرت در بیابان می‌بارد به گل می‌نشینند و زمین را با گل فرش می‌کنند. این گیاهان در مدت چند روز می‌رویند، رشد می‌کنند، گل می‌دهند و دانه تولید می‌کنند. در پوسته‌ی برخی از گیاهان زودمیر ماده‌ای شیمیایی وجود دارد که از رویش آن جلوگیری می‌کند، و باران این مواد شیمیایی را می‌شوید و گیاه جوانه می‌زند.

گیاهان شور رُست

گیاهانی که به زندگی در محیط‌های نمکی سازگاری دارند، شور رُست نامیده می‌شوند. نمک به آهستگی آب را از ریشه‌ی بسیاری از گیاهان خارج می‌کند و موجب مرگ گیاه می‌شود. برخی از گیاهان شوررُست روشی برای بیرون راندن نمک اضافی از خود دارند. برخی دیگر برای زنده ماندن، به محیط نمکی احتیاج دارند. گیاهان شور رُست می‌توانند در باتلاق‌های شور، آب‌های کم عمق ساحلی، تپه‌های خشک نمکی و نمکزارها زندگی کنند.



ساقه‌ی گوشتی
آبی را که ریشه جذب کرده است، ذخیره می‌کند

خارهای کاکتوس
باریکند و آب کمی از خود تبخیر می‌کنند



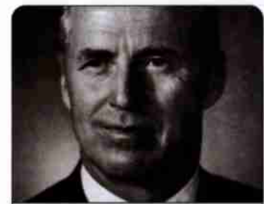
حرّای گرمسیری ◄

درختان حرّا گیاهان شور رُستی هستند که در سواحل گرمسیری می‌رویند. ریشه‌ها از آب دریا نمک جذب می‌کنند. نمک همراه با شیره‌ی خام به برگ‌های پیر می‌رسد که سپس می‌ریزند، و یا به برگ‌های زنده و جوانی که غده‌های ترشح کننده‌ی نمک دارند، برده می‌شوند. درخت حرا ریشه‌هایی دارد که هنگام جزر از آب خارج می‌شوند. این ریشه‌ها سوراخ‌هایی تنفسی دارند که از آن‌ها برای جذب اکسیژن هوا استفاده می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ساحل‌ها ۲۲۷ • تعرق ۲۵۹ • گیاهان انگل ۲۷۰ • خاصیت گیاهان ۲۷۳-۲۷۲

گیاهان غذایی

گیاهان زنجیره‌های غذایی را آغاز می‌کنند. انرژی موجود در آن‌ها انرژی جانوران گیاه‌خوار را فراهم می‌کند. جانوران گیاه‌خوار را جانوران گوشت‌خوار می‌خورند. همه‌ی بخش‌های گیاه منابع غذایی هستند؛ برگ‌ها و ساقه‌ها، ریشه‌ها، میوه‌ها، دانه‌ها، آدمیان نخستین به جمع آوری گیاهان وحشی می‌پرداختند اما حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش، نخستین کشاورزان به کاشتن گیاهان غذایی، مثل غلات و حبوبات، پرداختند. حشرات، پرندگان و جانوران دیگر نیز گیاه می‌خورند. علاوه بر آن، **آفت‌ها** و جانوران موذی نیز گیاهان کشتنی را تهدید می‌کنند.



نورمن بورلاگ
آمریکایی، -۱۹۱۴
نورمن بورلاگ دانشمند کشاورزی در مرکز انقلاب سبز سال‌های دهه‌ی ۱۹۶۰ بود. این کوشش عظیم به کاهش گرسنگی در جهان کمک بسیار کرد. او به خاطر توسعه‌ی واریته‌های پُر محصول و مقاوم به بیماری جایزه‌ی صلح نوبل سال ۱۹۷۰ را دریافت کرد. امروزه گندم‌های او در آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی کشت می‌شود.



▲ **به‌طور کامل خورده می‌شود**
لوبیای بال‌دار گیاهی کاشتنی و سنتی مخصوص جنوب شرقی آسیاست. دانه‌ها، پوسته، غلاف، برگ‌ها و ریشه‌های این گیاه خوردنی سرشار از پروتیین هستند. به این علت گیاه لوبیای بال‌دار را می‌توان به‌طور کامل مصرف و به این وسیله، با قحطی و گرسنگی در همه جای جهان مبارزه کرد. گیاهانی که ویژگی‌های مفید دارند، همیشه به مناطق جدید جهان برده می‌شوند.

▼ **شالی‌کاری در چین**
برنج غذای روزانه‌ی بیش از نیمی از مردم جهان است. برنج را در مزارع غرقابی به‌نام شالیزار می‌کارند، چون ریشه‌ی این گیاه باید در آب کم عمق غوطه‌ور باشد. کشاورزان راهی برای کاشت برنج در دامنه‌های تپه‌ها کشف کرده‌اند. آنان برای این کار از بالکن‌سازی استفاده می‌کنند. برنج نیز مانند گندم، ذرت و جو از غلات است. غلات با فاصله‌ی زیاد، مهم‌ترین محصولات هستند، اما کشاورزان گیاهان غذایی دیگری هم می‌کارند، مانند سبزیجات، میوه، نیشکر و چای.

e گیاهان غذایی food plants

چرخه‌ی زندگی برنج

دانه‌های برنج در واقع بذرهای این گیاه هستند. در چرخه‌ی زندگی این گیاه دو مرحله‌ی مجزا مشاهده می‌شود. نخست مرحله‌ی رویشی، هنگامی آغاز می‌شود که دانه می‌روید و گیاه جوان از درون آن شروع به رشد می‌کند. گیاه برگ در می‌آورد و تا حدود نیم متر بلندی پیدا می‌کند. مرحله‌ی دوم مرحله‌ی زایشی است. در این مرحله، گیاه سنبله‌هایی از گل تولید می‌کند. گل‌های گیاه برنج، مانند بیشتر غلات دیگر، باید با باد گرده افشانی کنند و سپس میوه و دانه در آن‌ها به‌وجود آید.



درون سنبلک‌های برنج دانه‌ها در سبوس قرار گرفته‌اند



ایجاد بالکن
سبب می‌شود که کشتزارها بدون هدر رفتن آب پر آب شوند

آفت‌ها

هر موجود زنده‌ای که به گیاهان کشاورزی آسیب می‌رساند آفت نامیده می‌شود. بسیاری از گونه‌های حشرات، محصولات کشاورزی را می‌خورند و به آن‌ها آسیب می‌رسانند. بعضی دیگر مانند شته‌ها ممکن است ناقل ویروس‌هایی باشند که گیاهان را بیمار می‌کنند. برخی قارچ‌ها نیز به گیاهان حمله می‌کنند. علف‌های هرز نیز آفت به شمار می‌روند، چون برای مواد غذایی خاک با گیاهان کشاورزی رقابت می‌کنند.



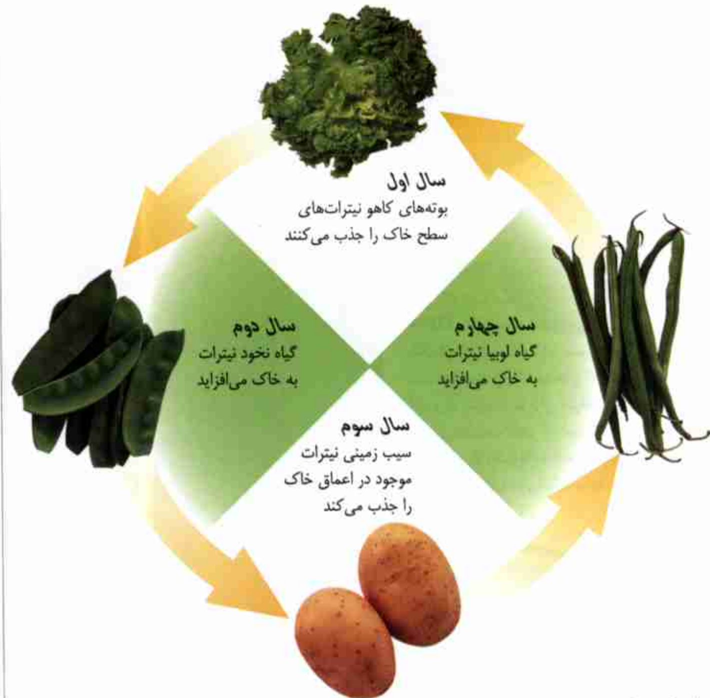
▲ درو با کُمباین

ماشین‌هایی مانند کمباین‌های دروکننده به کشاورزان کمک می‌کنند تا با صرف هزینه و وقت کم‌تر از زمین‌های خود محصول بیشتری برداشت کنند. کودهای شیمیایی، سموم و آفت‌کش‌ها نیز محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهند. اما کاربرد روش‌های کشاورزی به‌صورت افراطی ممکن است منابع غذایی خاک را کاهش دهد و صیادان کشنده‌ی آفت‌ها را از بین برد. برخی از کشاورزان بدون مواد شیمیایی محصولات کشاورزی به‌دست می‌آورند.



▲ کنترل طبیعی آفت‌ها

کفشدوزک مهم‌ترین دشمن شته است. گاه به محیط‌های بسته، مانند گلخانه‌ها، صیادان طبیعی را آگاهانه وارد می‌کنند تا شته و دیگر آفت‌های گیاهان کشاورزی را بخورند. استفاده از طبیعت برای کنترل آفت‌ها را کنترل زیستی می‌گویند. کشاورزان هم‌چنین می‌توانند آفت‌ها را به بیماری‌هایی که خاص آن‌ها هستند، آلوده کنند.



▲ تناوب کشت

گیاهان برای ساختن مولکول‌های پیچیده‌ای که برای ادامه‌ی زندگی و رشد لازم هستند، به نیترات نیاز دارند. نیترات شکل قابل استفاده‌ای از نیتروژن است. کشاورزان برای جلوگیری از خروج دائمی نیترات از خاک، گیاهان مختلف را به‌طور متناوب می‌کارند. حبوبات (مانند نخود و لوبیا) گره‌های کوچکی در ریشه‌های خود دارند که گرهک نامیده می‌شوند. این گرهک‌ها نیترات را به خاک باز می‌گردانند و نیتراتی را که گیاهان در فصل قبلی از خاک خارج کرده‌اند، جایگزین می‌کنند.



▲ افشاندن آفت‌کش‌ها

برخی مواد شیمیایی که آفت‌کش نامیده می‌شوند، برای مسموم کردن آفت‌ها کاربرد دارند. این مواد معمولاً تأثیر بسیار دارند، بسیار کارآمدند و کشاورزان می‌توانند با کمک آن‌ها میوه‌ها و دیگر محصولات کشاورزی را از آسیب آفت‌ها مصون نگه دارند. اما آفت‌کش‌ها موجودات زنده‌ی بی‌زیان یا مفید، مانند زنبور عسل، را هم می‌کشند. در باغ‌های سیب، وجود زنبور عسل اساسی است چون به گرده افشانی گل‌ها می‌پردازند و بدون زنبور عسل، میوه‌ای به‌دست نمی‌آید.

پرورش انتخابی

هزاران سال است که آدمی برای افزودن به محصولات کشاورزی خود دست به انتخاب گیاهان کشاورزی می‌زند یعنی دانه‌های بهترین گیاهان را انتخاب می‌کند. آدمی برای این کار گیاهانی را انتخاب می‌کند که بزرگ‌ترین دانه‌ها را دارند، خوشمزه‌ترین برگ را دارند، یا به بیماری‌ها مقاومت بیشتر دارند و آن را در فصل بعدی می‌کارد. ذرت، نخستین بار در آمریکای مرکزی کاشته شد و هنوز هم برخی از انواع اولیه‌ی این گیاه در همان‌جا کاشته می‌شوند. در نتیجه‌ی انتخاب، ذرت جدید با نیاکان وحشی خود بسیار متفاوت است و بلال‌های بسیار بزرگ‌تر را که ردیف‌های مساوی و هم‌شکل از دانه‌های ذرت روی آن قرار گرفته‌اند، تولید می‌کند. همه‌ی گیاهانی که غذای اساسی آدمی به‌شمار می‌روند، به همین شیوه اصلاح شده‌اند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ گیاهان دانه‌دار ۲۶۳-۲۶۲ ● محصولات دستکاری شده‌ی ژنی ۲۷۸ ● باکتری‌ها ۲۸۴ ● بوم‌شناسی ۳۲۷-۳۲۶

محصولات دستکاری شده‌ی ژنی

گیاهان کشاورزی، غذا، لباس و بسیاری از محصولات مهم دیگر را به ما می‌دهند. کشاورزان بهترین دانه‌ها را انتخاب می‌کنند تا در فصل بعدی بکارند. این انتخاب برای پرورش موجب می‌شود ویژگی‌هایی در گیاهان تقویت شود که ما می‌خواهیم؛ مانند دانه‌های درشت‌تر برنج. اما این فرآیند بسیار درازمدت است. برای سرعت بخشیدن به این کار می‌توان به‌طور مستقیم صفاتی را از موجودات زنده‌ی دیگر به آن‌ها منتقل کرد. سلول‌ها صفات خود را به‌صورت دستور کارهایی از ژن‌های خود می‌گیرند. دستکاری‌ژنی امکان انتقال ژن را از موجودی به موجود دیگر فراهم کرده است.



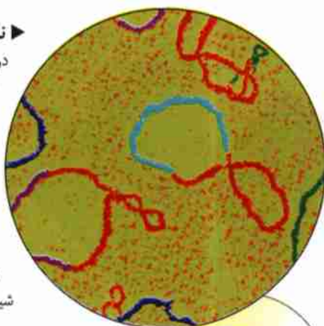
◀ گیاهان کلون‌شده

این دو گیاه در حال کلون شدنند. این گیاهان از کشت یک سلول مادر گیاهی در ژل استریل پر از مواد غذایی رشد کرده‌اند. با این روش کلون‌کردن که «ریزتکثیری» نامیده می‌شود، می‌توان هزاران گیاه جوان را از یک گیاه والد تکثیر کرد. وقتی که گیاه جدیدی تولید شد باید میلیون‌ها بار تکثیر شود تا به تعداد کافی از آن به‌دست آید و به کشاورزان سراسر جهان ارسال شود. این کار را می‌توان با ریزتکثیری یا روش‌های دیگر مانند کاشت دانه انجام داد.



◀ ناقل‌های ژن

در این شکل که با کدهای رنگی مشخص شده، بخشی از DNA گیاه دهنده،که به رنگ آبی نشان داده شده است، به حلقه‌ی کوچکی از DNA که پلاسمید نامیده می‌شود و به رنگ قرمز نشان داده شده، متصل شده است. دانشمندان پلاسمیدها را که درون باکتری‌ها وجود دارند برای متوقف‌کردن ژن بازشده‌ی دهنده و تکثیر آن استفاده می‌کنند. ژن دهنده در پلاسمید با استفاده از موادی شیمیایی که آنزیم نامیده می‌شوند، بسته می‌شود.



▼ انتقال ژن

دانشمندان برای اصلاح ژن‌ها، نخست ژن یک صفت دلخواه را شناسایی می‌کنند. آنان این ژن را از رشته‌ی DNA جدا می‌کنند و آن را با آنزیم‌هایی قیچی‌مانند برش می‌دهند. این ژن به‌صورت یک تکه نگه‌داری و به باکتری تزریق می‌شود. از این باکتری برای انتقال ژن جدید به گیاه مورد نظر استفاده می‌شود.



ژن مفید دهنده
شناسایی می‌شود



قطعه‌ی DNA
با استفاده از آنزیم
بریده می‌شود



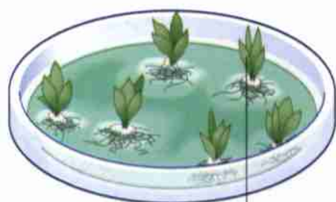
DNA دهنده
به درون پلاسمید
(DNA حلقوی)
جوش می‌خورد



پلاسمید
درون باکتری
تکثیر می‌شود



ژن مفید دهنده
شناسایی می‌شود



گیاه جدیدی
که دارای ژنی اضافی است،
از سلول عفونی شده با
باکتری رشد می‌کند



کپک، روی این
گوجه فرنگی که
دستکاری ژنی روی
آن صورت نگرفته،
رشد کرده است



گوجه فرنگی
که روی آن دستکاری ژنی
صورت گرفته، مقاوم به کپک است

◀ افزایش زمان نگهداری

گوجه فرنگی ممکن است در بسته‌بندی و انبار شدن کپک بزند. همزمان با رسیده‌تر شدن آن‌ها، پوست گوجه فرنگی نازکتر و آسیب پذیرتر می‌شود. گوجه فرنگی‌های آسیب دیده، شروع به کپک زدن می‌کنند، چون کپک‌ها می‌توانند روی پوست آن‌ها رشد کنند. دانشمندان، گوجه فرنگی را دستکاری و ژن‌های متوقف کننده‌ی نرم کردن پوست را به آن وارد کرده‌اند. این باعث شده تا گوجه فرنگی‌ها در انبارها کپک نزنند و از بین نروند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ گیاهان غذایی ۲۷۷-۲۷۶ • فراورده‌های گیاهی ۲۸۱-۲۸۰ • باکتری‌ها ۲۸۴ • ژنتیک ۳۶۵-۳۶۴

گیاهان دارویی

بسیاری از گیاهان موادی خاص را در ریشه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها و دانه‌های خود ذخیره می‌کنند که به بقای آن‌ها کمک می‌کنند. مثلاً برخی از آن‌ها برای دفاع در برابر جانوران گیاه‌خوار موادی بدبو می‌سازند. انسان‌ها از زمان‌های بسیار قدیم این مواد را استخراج می‌کردند و به عنوان مواد دارویی گیاهی برای درمان برخی بیماری‌ها به‌کار می‌بردند. بسیاری از داروهای مؤثر که در پزشکی امروزی کاربرد دارند، از گیاهان استخراج شده‌اند. امروزه داروهایی که منشأ گیاهی دارند، انواع بیماری‌ها را، از سردرد گرفته تا سرطان، درمان می‌کنند.

شمن (جادوگر پزشک)
پوست درختی را که در طب سنتی آمازون کاربرد دارد جدا می‌کند



جمع‌آوری پوست درخت ◄
مردمی که در جنگل‌های بارانی زندگی می‌کنند، مانند این شمن یاگوننا در پرو، دانش ارزشمندی از گیاهان دارویی دارند. دانشمندان در تحقیقات خود به این باور رسیده‌اندکه می‌توان درمان‌هایی برای برخی از مرگبارترین بیماری‌های جهان را در جنگل‌های بارانی پیدا کنند. برخی از این گیاهان هنوز کشف نشده‌اند. متأسفانه جنگل‌های بارانی در حال تخریبند و با نابودی آن‌ها هزاران دارویی که می‌توانند انسان‌ها را نجات دهند، از بین می‌روند.



◄ شیره‌ی دارویی
آلوئه‌ورا شیره‌ی غلیظ گیاه آلوئه است که منشأ آن آفریقای استوایی است، اما در مناطق دیگر هم کشت می‌شود. این شیره داروی ماده‌ای شیمیایی به‌نام آلوئین است که در مواد آرایشی و دارویی کاربرد دارد. خاصیت کمک به بهبود زخم‌ها سبب شده است که از آن در لوسیون‌ها و ژل‌های سوختگی، از جمله آفتاب سوختگی، استفاده شود. این شیره برای دور کردن حشرات نیز به کار می‌رود.

روغنی که از گیاه آلوئه تراوش می‌کند
نوعی دفاع شیمیایی در برابر صیادان به‌وجود می‌آورد

از گیاه تا دارو

گیاه خلال دندان
این گیاه مدیترانه‌ای دارای ماده‌ای شیمیایی است که رگ‌های خونی را باز می‌کند، جریان خون را به‌سوی قلب بهبود می‌بخشد و لوله‌های تنفسی شش‌ها را باز می‌کند. این دارو برای درمان تنگی تنفس و آنژین صدری(درد قلب) نیز کاربرد دارد.

پروانش ماداگاسکار
پروانش ماداگاسکار منبع داروهایی برای درمان دیابت و برخی انواع سرطان مانند بیماری هاچکین و لوسمی حاد، است و شانس بقای افراد مبتلا را از یک پنجم به نه دهم افزایش داده است.

کینین
پوست این درخت گرمسیری دارویی به‌نام کینین دارد. کینین برای پیشگیری و درمان مالاریا کاربرد دارد. مالاریا بیماری مرگباری است که به‌وسیله‌ی نوعی پشه به بدن انسان منتقل می‌شود و هرساله جان هزاران نفر را در سراسر جهان می‌گیرد.

گل حسرت
این گیاه کوچک ماده‌ای به‌نام کلشیسین تولید می‌کند که برای درمان روماتیسم و نقرس به‌کار می‌رود. این ماده که از تقسیم سریع سلول‌ها جلوگیری می‌کند، برخی از انواع سرطان‌ها را نیز مهار می‌کند.

گیاه کوکا
گیاه کوکا به طور طبیعی در آمریکای جنوبی می‌روید و منبع ماده‌ی کوکائین است. اگر چه کوکائین را می‌توان به‌عنوان ماده‌ی مخدر مصرف کرد و اعتیادآور است، اما پزشکان از آن برای بی حسی موضعی و مسکن درد استفاده می‌کنند.

خشخاش
تریاک دارویی ضد درد است که از غلاف دانه‌ی نارس گیاه خشخاش استخراج می‌شود. در سال ۱۸۰۶ دانشمندی آلمانی داروی مرفین را از تریاک استخراج کرد. مرفین و مشتقات آن، مانند هروئین و کدئین، داروهای ضد درد مهمی به‌شمار می‌آیند.

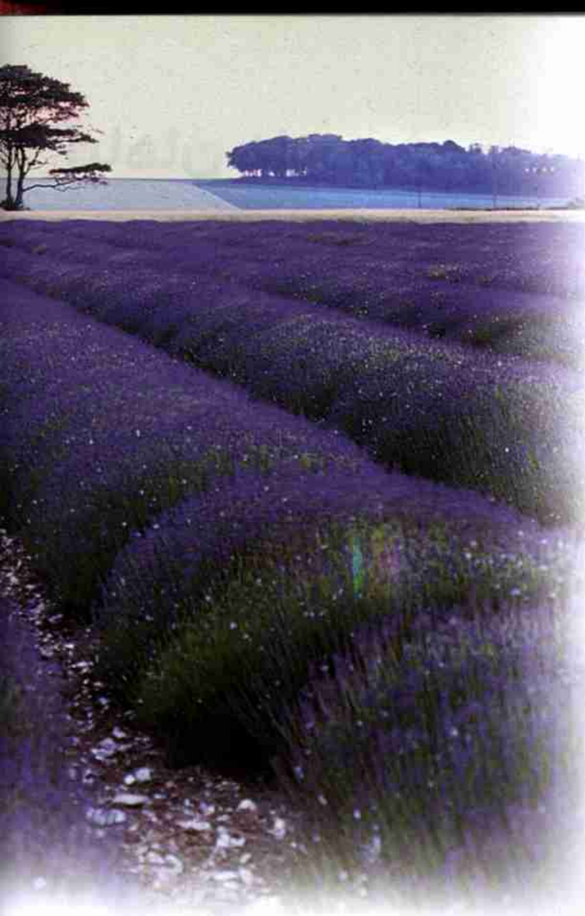
عروس چمن‌زار
عروس چمن‌زار گیاهی است که به‌صورت وحشی در جاهای مرطوب و تالاب‌ها می‌روید. از این گیاه برای فرو نشاندن درد در وضعیت‌هایی مانند سردرد، آرتروز و روماتیسم استفاده می‌شود.

راولفیا
راولفیا گیاهی کوچک و چوبی است که در جنگل‌های بارانی گرمسیری می‌روید. این گیاه دارای رزرپین است. رزرپین ماده‌ای است که در گزیدگی‌های مار و عقرب به‌کار می‌رود. رزرپین نخستین ماده‌ی آرام بخشی است که برای بیماری‌های روانی به‌کار رفت. این ماده سبب کاهش فشار خون نیز می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◄◄ زیستگاه‌ها ۲۴۶ • بقای گیاهان ۲۷۵-۲۷۴ • بیماری‌ها ۳۷۱-۳۷۰ • پزشکی ۳۷۳-۳۷۲

فرآورده‌های گیاهی

گیاهان علاوه بر غذا و مواد دارویی فرآورده‌های مفید دیگری نیز برای ما فراهم می‌کنند. بسیاری از سلول‌های گیاهی **الیاف طبیعی** می‌سازند که به گیاهان استحکام می‌بخشند. این ویژگی از آن‌ها برای ساختن کاغذ و پارچه موادی مناسب می‌سازد. کنده‌ی درختان برای ساختن قایق، خانه و مبلمان استفاده می‌شود. از برگ‌های نخل سبد، کلاه و تور می‌بافند. از گل‌ها و برگ‌های برخی گیاهان روغن‌های معطر و رنگ‌های طبیعی استخراج می‌شود.



▲ کشتزارهای اسطوخودوس
در اطراف دریای مدیترانه، انگلستان و آمریکا کشتزارهای وسیع اسطوخودوس یافت می‌شود. این گیاه را برای استخراج روغن خوشبوی آن می‌کارند. این روغن در غده‌هایی روی ساقه، برگ‌ها و گل‌ها تولید می‌شود. گیاه را پس از درو خشک می‌کنند و تحت فشار قرار می‌دهند تا روغن آن استخراج شود. گاه روغن را برای به‌دست آوردن روغن خالص‌تر تقطیر می‌کنند. روغن اسطوخودس برای ساختن عطر، صابون و لوازم آرایشی کاربرد دارد.



تراشه‌های چوب که برای کاغذسازی به کار می‌روند

▲ کاغذسازی
بسیاری از کاغذها را از چوب نرم، مانند چوب درخت کاج، به‌دست می‌آورند. برای این کار نخست با دستگاه یا موادی شیمیایی تراشه‌های چوب را به الیاف تجزیه می‌کنند. به چنین کاری خمیرکردن می‌گویند. سپس الیاف را در موادی شیمیایی می‌ریزند و آن‌گاه با غلتک‌هایی سنگین به صفحاتی نازک تبدیل می‌کنند. ممکن است قبل از تحت فشار قرار دادن آن‌ها را سفید کنند یا به رنگ‌های دیگر درآورند. برای آن که کاغذ صاف‌تر شود به آن نشاسته یا خاک رس می‌افزایند.



▲ الوار برای ساختمان سازی
چوب برش خورده را الوار می‌گویند. استحکام الوار آن‌ها را برای خانه‌سازی، به‌ویژه برای ساخت اسکلت ساختمان‌ها، مناسب می‌سازد. چوب‌های نرم، مانند چوب کاج، برای این کار به فراوانی استفاده می‌شوند چون راست و مستقیم رشد می‌کنند. به علاوه، رشد آن‌ها سریع است و می‌توان آن‌ها را در کوتاه مدت جایگزین کرد. چوب سخت درختان گل‌دار، آهسته رشد می‌کند. قیمت آن گران‌تر است و از آن برای ساختن مبلمان منزل استفاده می‌شود.

◄ کائوچو
درخت کائوچو به‌طور طبیعی در آمریکای جنوبی می‌روید، اما در آسیا نیز آن را می‌کارند. اگر پوست این درخت را شکاف دهیم شیره‌ای سفید، که شیرابه نامیده می‌شود، تولید می‌کند. این شیرابه را به کائوچو تبدیل می‌کنند. کائوچو ماده‌ای مفید و لاستیک مانند است. بعضی از انواع کائوچو را از درخت کائوچو نمی‌گیرند. بیشتر کائوچوی مصرفی جهان به‌طور مصنوعی و از نفت خام به‌دست می‌آید.



شیرابه
از شکاف موجود در تنه‌ی درخت سرازیر شده است

قطره‌های شیرابه
در این ظرف جمع می‌شوند



حنا روی دست‌ها ◀
حنا درختچه‌ای است که در خاورمیانه و شمال آفریقا می‌روید. در برگ‌های آن رنگدانه‌های قرمز مایل به قهوه‌ای وجود دارد؛ بنابراین، از آن برای رنگ کردن لباس، مو و حتی پوست بدن استفاده می‌کنند. خمیر سبز حنا، که از پودر کردن برگ‌ها به‌دست می‌آید، برای رنگ کردن پوست کاربرد دارد. پس از خشک شدن و افتادن حنا، به‌نظر می‌رسد که پوست خالکوبی شده است.

خمیر حنا برای رنگ کردن نقش‌های ظریف به‌کار می‌رود



برگ‌های حنا را چند بار در سال می‌چینند



غده‌های روغنی اسطوخودوس

الیاف طبیعی

گیاهان گروه‌هایی از سلول‌های دراز تولید می‌کنند که به آن‌ها الیاف (فیبر) می‌گویند. این مواد را برای تهیه‌ی پارچه، کاغذ و نیز نمد استفاده می‌کنند. الیاف گیاهی محکم هستند چون سلول‌های آن‌ها مولکولی به‌نام سلولز دارند. اما این مواد باید خواص دیگری مانند انعطاف‌پذیری و بلند بودن را داشته باشند. کتان و کنف دو نوع از اولین گیاهانی هستند که انسان از الیاف آن‌ها استفاده کرده است.

◀ گیاه پنبه آماده‌ی برداشت
غلاف دانه‌ی بوته‌ی پنبه شکافته می‌شود رشته‌های کرک‌دار پنبه پدیدار می‌شوند. این رشته‌ها را برای تولید نخ پنبه‌ای به‌کار می‌برند. پنبه از سلولز خالص است و مقدار بسیار کمی ماده‌ی مومی، پروتئین و آب دارد. این گیاه را در بسیاری از نقاط جهان ماند چین، ایالات متحده و هندوستان می‌کارند.





◀ بوته‌های آماده‌ی برداشت پنبه
غلاف پنبه، غوزه‌هایی تولید می‌کند که می‌ترکند و پنبه‌ی سفید از آن آشکار می‌شود. این الیاف را پس از برداشت، در کارخانه می‌ریسند و نخ و پارچه تولید می‌کنند. الیاف پنبه تقریباً سلولز است و فقط اندکی موم، پروتئین و آب دارد.



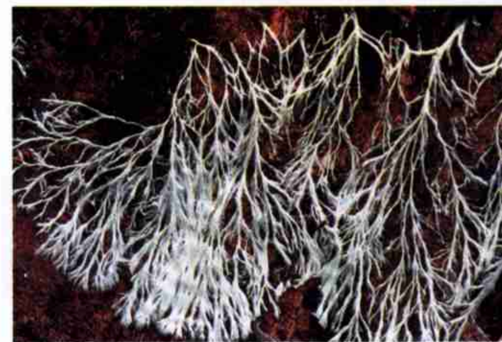
نیز نگاه کنید به ◀◀ الیاف مصنوعی ۵۶ • بازیافت ۶۱-۶۰ • گیاهان غذایی ۲۷۷-۲۷۶ • گیاهان دارویی ۲۷۹

قارچ‌ها

قارچ‌ها بدون نیاز به نور خورشید می‌رویند و از مواد آلی تغذیه می‌کنند. قارچ معمولی از رشته‌های نخ مانند فراوانی که روی یا درون منابع غذایی می‌رویند تشکیل شده است. این رشته‌ها، که نخینه نامیده می‌شوند، موادی ترشح می‌کنند که مواد غذایی را تجزیه و به موادی تبدیل می‌کنند که نخینه‌ها می‌توانند آن‌ها را جذب کنند. **کپک‌ها**، قارچ‌های چتری خوراکی و سمی، قارچ دودکننده و قارچ دنبلان همگی از این گروهند. یک چهارم قارچ‌ها با نوعی جلبک همزیست می‌شوند. این همزیستی را **گلسنگ** می‌گویند.

▼ قارچ دودکننده در حال دود کردن

قارچ‌ها روی سطح زمین اندام‌هایی زاینده، مانند این کره‌ی دود کننده، تولید می‌کنند. این اندام‌های زاینده هاگ‌هایی بسیار ریز تولید می‌کنند که در هوا حرکت می‌کنند و هر جا که فرود آیند می‌رویند. هر اندام زاینده میلیون‌ها هاگ تولید می‌کند تا احتمال آن که بعضی از آن‌ها روی مواد غذایی مناسب فرود آیند زیاد باشد.



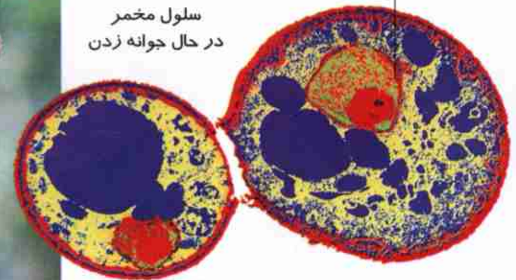
◀ مکیدن غذا

رشته‌های نخینه شاخه‌دار می‌شوند و شبکه‌ای رشته مانند به‌نام میسلیوم می‌سازند. سطح گسترده‌ی به هم پیوسته‌ی نخینه‌ها موجب می‌شود که قارچ بتواند مقدار زیادی غذا را گوارش دهد و جذب کند. بسیاری از قارچ‌ها نقشی حیاتی در شبکه‌ی غذایی دارند. عمل گوارشی آن‌ها نخستین گام در تجزیه‌ی گیاهان و جانوران مرده است که آن‌ها را برای موجودات زنده‌ی دیگر مناسب می‌سازد.



انگورهای پوشیده از مخمر ◀

معمولاً روی دانه‌های انگور را پوششی از سلول‌های مخمر می‌پوشاند. مخمر نوعی قارچ تک سلولی است که به‌صورت کلنی زندگی می‌کند. مخمر در هرجا که قند به مقدار مناسب وجود داشته باشد، مانند سطح میوه‌ها، زندگی می‌کند. وقتی مخمر قند مصرف می‌کند ماده‌ای سمی به‌نام الکل تولید می‌شود. مخمرها تولیدکنندگان اصلی الکل هستند.



جانور	گیاه	قارچ	آغازی	مونرا
شیر	آفتاب گردان	قارچ چتری	آمیب	باکتری

کپک‌ها

قارچ‌هایی که کپک نامیده می‌شوند توده‌های بزرگ ایجاد نمی‌کنند، بلکه اندام‌های زایشی آن‌ها شبیه فلفل پاشیده شده روی غذا و به رنگ‌های سیاه یا آبی است. کپک‌ها هر جا که هاگ‌ها فرود آیند و غذای مناسب مانند نان یا میوه موجود باشد، می‌رویند. رشته‌های کپک یا همان نخینه‌ها به آن‌ها ظاهری پشم مانند می‌دهد.



ابری از هاگ
از توده‌ی کروی بر می‌خیزد و با باد منتشر می‌شود



سرالکساندر فلمینگ
اسکاتلندی، ۱۸۸۱ – ۱۹۵۵
فلمینگ در سال ۱۹۲۸ نخستین آنتی بیوتیک را که پنی‌سیلین بود و تاکنون جان میلیون‌ها نفر را نجات داده است کشف کرد. او متوجه شد که یکی از ظرف‌هایی که در آن‌ها باکتری کشت داده بود کپک زده و در اطراف کپک باکتری‌ها مرده‌اند. فلمینگ دریافت که کپک ماده‌ای تولید می‌کند که باکتری‌ها را می‌کشد.



▲ **کپک‌های ناجی**
کپک سبز رنگ پنی‌سیلیوم بر سطح ظرف حاوی ژل غذایی رشد کرده است. این کپک ماده‌ای به‌نام پنی‌سیلین آزاد می‌کند که نوعی آنتی بیوتیک است. از آنتی بیوتیک‌ها برای کشتن باکتری‌ها بدون آسیب رساندن به موجود زنده و انسانی که با آن باکتری‌ها بیمار شده است استفاده می‌کنند. کپک را امروزه در مقیاس‌های کلان برای تولید این دارو کشت می‌دهند.

گلسنگ‌ها

برخی از قارچ‌ها می‌توانند با جلبک‌ها ترکیب شوند و ساختارهایی به‌وجود آورند که آن‌ها را گلسنگ می‌نامیم. گلسنگ‌ها یا پهن هستند یا کرک‌دارند و بر سنگ‌ها یا تنه‌ی درختان و محیط‌هایی که برای زندگی گیاهان بسیار دشوار است می‌رویند. گلسنگ‌ها معمولاً نخستین موجوداتی هستند که در محیط‌های خشن جدید، مانند بام ساختمان‌ها و دیوارها، می‌رویند.



▲ **قارچ‌های چتری سمی**
بسیاری از قارچ‌ها، مانند این قارچ آگاریک، مواد سمی و کشنده برای حفاظت از خود در برابر جانوران تولید می‌کنند. رنگ درخشان قرمز و سفید کلاهک این قارچ، نوعی نشانه‌ی هشدار دهنده است. هرگز نباید قارچ‌های وحشی را خورد مگر آن‌که از سمی نبودن آن‌ها اطمینان حاصل کنیم.



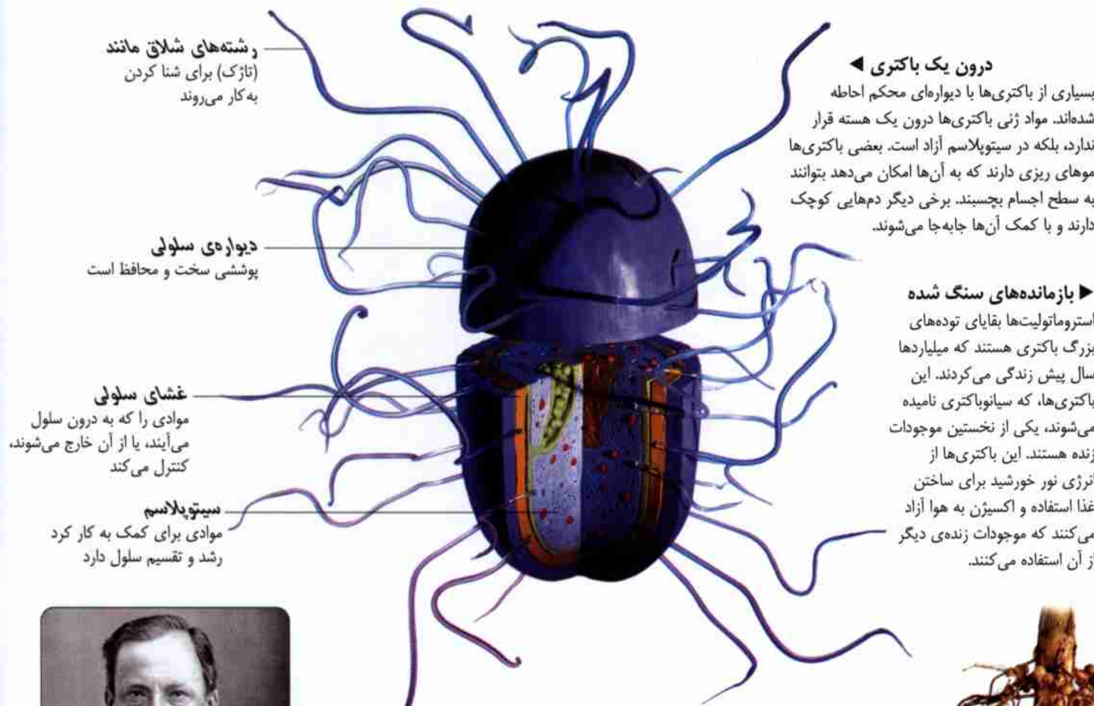
همزیستی گلسنگ و قارچ ◀
قارچ و جلبکی که با هم به‌صورت گلسنگ زندگی می‌کنند، هر دو از این همزیستی سود می‌برند. جلبک سبز فتوسنتز انجام می‌دهد و قند تولید می‌کند و مقداری از آن را به قارچ می‌دهد. قارچ هم به سهم خود مواد غذایی معدنی و رطوبت را می‌گیرد و به جلبک می‌دهد. این نوع ارتباط دو سویه بین دو موجود زنده را همزیستی می‌گوییم.



نیز نگاه کنید به ◀◀ گیاهان دارویی ۲۷۹ • باکتری‌ها ۲۸۴ • جلبک‌ها ۲۸۷-۲۸۶ • پزشکی ۳۷۳-۳۷۲

باکتری‌ها

باکتری‌ها درگروه مونرا جای دارند و ساده‌ترین موجودات تک‌سلولی هستند. به‌علاوه، باکتری‌ها کوچک‌ترین موجودات زنده به‌شمار می‌روند و فقط با میکروسکوپ‌های قوی دیده می‌شوند. باکتری‌ها فراوان‌ترین موجودات زنده‌اند و در هوا، خشکی، آب و حتی درون بدن زندگی می‌کنند. برخی از باکتری‌ها بیماری‌زا هستند اما برخی دیگر مفیدند. باکتری‌ها مواد غذایی درون خاک را باز یافت و به دستگاه گوارش آدمی کمک می‌کنند.



رشته‌های شلاق مانند
(تاژک) برای شنا کردن به‌کار می‌روند

دیواره‌ی سلولی
پوششی سخت و محافظ است

غشای سلولی
موادی را که به درون سلول می‌آیند، یا از آن خارج می‌شوند، کنترل می‌کند

سیتوپلاسم
موادی برای کمک به کار کرد رشد و تقسیم سلول دارد

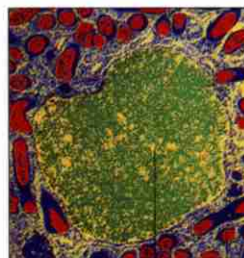
درون یک باکتری ◄
بسیاری از باکتری‌ها با دیواره‌ای محکم احاطه شده‌اند. مواد ژنی باکتری‌ها درون یک هسته قرار ندارد، بلکه در سیتوپلاسم آزاد است. بعضی باکتری‌ها موهای ریزی دارند که به آن‌ها امکان می‌دهد بتوانند به سطح اجسام بچسبند. برخی دیگر دم‌هایی کوچک دارند و با کمک آن‌ها جابه‌جا می‌شوند.

◄ بازمانده‌های سنگ شده
استروماتولیت‌ها بقایای توده‌های بزرگ باکتری هستند که میلیاردها سال پیش زندگی می‌کردند. این باکتری‌ها، که سیانوباکتری نامیده می‌شوند، یکی از نخستین موجودات زنده هستند. این باکتری‌ها از انرژی نور خورشید برای ساختن غذا استفاده و اکسیژن به هوا آزاد می‌کنند که موجودات زنده‌ی دیگر از آن استفاده می‌کنند.



لویی پاستور
فرانسوی، ۱۸۲۲- ۱۸۹۵
پاستور شیمیدانی بود که نشان داد میکروب‌هایی مانند باکتری‌ها غذا را تجزیه می‌کنند. او دریافت که گرما این میکروب‌ها را می‌کشد. این فرآیند، که پاستوریزاسیون نامیده می‌شود، هنوز برای نگه‌داری غذاها کاربرد دارد. پاستور همچنین نشان داد که باکتری‌ها بیماری ایجاد می‌کنند و برای مهار آن‌ها واکسن ابداع کرد.

◄ آزاد کردن نیترات
بدون باکتری‌ها هیچ یک از موجودات زنده نمی‌توانستند به زندگی خود ادامه دهند. باکتری‌های درون خاک نیترات‌ها را که شکل قابل استفاده‌ی عنصر نیتروژن است، آزاد می‌کنند. همه‌ی گیاهان برای ساختن مواد حیاتی به‌نام اسید آمینه، به نیترات نیاز دارند. گیاهان نخود و لوبیا، مانند سویا از باکتری‌هایی به‌نام ریزوبیوم استفاده می‌کنند که نیترات‌ها را به‌طور مستقیم به آمینو اسید تبدیل می‌کنند. این باکتری‌ها روی ریشه‌ی گیاهان در گره‌هایی به‌نام گرهک زندگی می‌کنند.



هسته‌ی سلول
گرهک ریشه
باکتری‌ها درون یک سلول
ریشه نیتروژن را به شکلی در می‌آورند که گیاه می‌تواند از آن استفاده کند



گرهک‌های ریشه‌ی
گیاه سویا باکتری‌های ریزوبیوم دارند



مونرا
باکتری ها



آغازی
آمیب



قارچ
قارچ چتری



گیاه
آفتابگردان



جانور
شیر

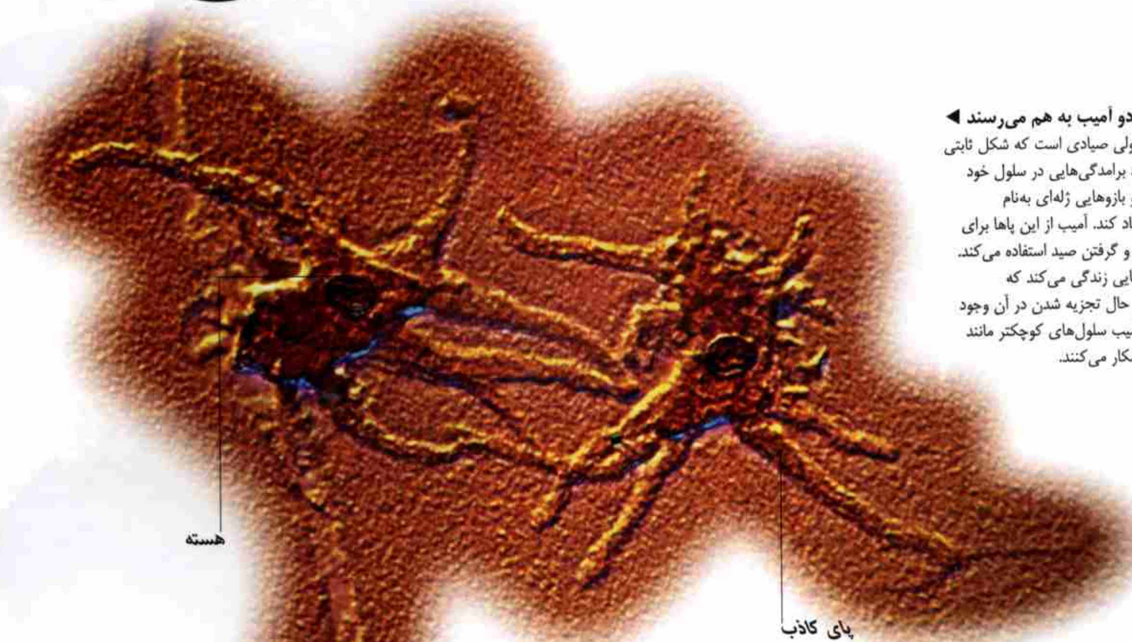


نیز نگاه کنید به ◄◄ نیتروژن ۴۳-۴۲ • میکروسکوپ ۱۱۶ • رده‌بندی گیاهان ۲۵۶-۲۵۵ • جلبک‌ها ۲۸۷-۲۸۶

موجودات تک‌سلولی



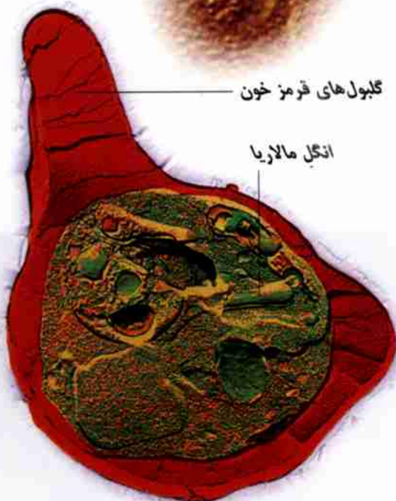
بسیاری از موجودات زنده از فقط یک سلول تشکیل شده‌اند. موجودات پیچیده‌تری نسبت به تک‌سلولی‌ها وجود دارند که آغازی نامیده می‌شوند. این موجودات، بر خلاف باکتری‌ها، ساختارهای داخلی پیچیده، مانند هسته که شامل رشته‌های سازمان یافته‌ی مولد ژنی به‌نام کروموزم است، دارند. بسیاری از آن‌ها تک‌سلولی هستند، ولی برخی به‌صورت گروهی زندگی می‌کنند که در گروه، هر فرد استقلال دارد.



◄ دو آمیب به هم می‌رسند
آمیب تک سلولی صیادی است که شکل ثابتی ندارد. می‌تواند برامدگی‌هایی در سلول خود به‌وجود آورد و بازوهایی ژله‌ای به‌نام پای‌کاذب ایجاد کند. آمیب از این پاها برای حرکت، لمس و گرفتن صید استفاده می‌کند. آمیب در آب‌هایی زندگی می‌کند که موادگیاهی در حال تجزیه شدن در آن وجود داشته باشد. آمیب سلول‌های کوچکتر مانند باکتری‌ها را شکار می‌کنند.



آنتونی وان لیون هوک
هلندی، ۱۶۳۲ -۱۷۲۵
آنتونی وان لیون هوک عدسی سازی بود که نخستین میکروسکوپ کاربردی را در سال ۱۶۷۱ ساخت و با میکروسکوپ خود باکتری‌ها و آغازیان را مشاهده کرد و آن‌ها را جانوران کوچک نامید. وان لیون هوک مخمرها، ساختارهای گیاهی، قطعه‌های دهانی حشرات، و ساختار گلبول‌های سفید خون را نیز بررسی کرد.



▲ انگل مالاریا
برخی از آغازیان با حمله به موجودات زنده‌ی دیگر غذا به‌دست می‌آورند و به‌صورت انگل زندگی می‌کنند. شکل این انگل مالاریا که با میکروسکوپ الکترونی فراگذر(TEM) گرفته شده است به یک گلبول قرمز آدمی حمله کرده است. انگل مالاریا نخست از راه نیش پشه‌ی آنوفل به میزبان خود که انسان است حمله می‌کند و وقتی به درون بدن رسید، درون گلبول‌های قرمز خون تکثیر می‌شود و می‌تواند به کبد حمله کند. این انگل موجب تب مالاریا می‌شود که ممکن است کشنده باشد.



▲ جلبک اوگلنا زیر میکروسکوپ نوری
امروزه جلبک‌ها را در گروه آغازیان جا می‌دهند، اما برخی از دانشمندان هنوز آن‌ها را گیاه می‌دانند. جلبک‌ها می‌توانند با فتوسنتز غذا بسازند چون کلروپلاست دارند. جلبک اوگلنا در آبگیرها زندگی می‌کند. در تاریکی کلروپلاست‌های خود را از دست می‌دهد و مانند جانوران از محیط غذا جذب می‌کنند. جلبک‌های دریایی معروف‌ترین نوع جلبک هستند که از اجتماع‌های بزرگ سلول‌های جلبکی ساخته شده‌اند.



▲ اندام‌های زایشی کپک‌های مخاطی
این ریزنگاری که با میکروسکوپ الکترونی اسکن کننده (SEM) تهیه شده است اندام‌های زایشی نوعی کپک مخاطی را نشان می‌دهد که به قارچ چتری شبیه است و ۲۰ برابر بزرگ شده‌اند. کپک‌های مخاطی نخست به‌صورت سلول‌هایی آمیب مانند ظاهر می‌شوند که در زیستگاه‌های مرطوب به شکار غذا می‌پردازند. پس از آن،سلول‌ها به هم ملحق می‌شوند تا ساختارهای تولید کننده‌ی هاگ بسازند.



مونرا
باکتری‌ها



آغازی
آمیب



قارچ
قارچ چتری



گیاه
آفتاب گردان



جانور
شیر

نیز نگاه کنید به ◄◄ رده بندی گیاهان ۲۵۴-۲۵۵ • باکتری‌ها ۲۸۴ • جلبک‌ها ۲۸۶-۲۸۷ • بیماری‌ها ۳۷۰-۳۷۱

جلبک‌ها

جلبک‌ها موجودات ساده‌ای هستند که با نورخورشید فتوسنتز انجام می‌دهند؛ اما برخلاف گیاهان واقعی، ریشه، ساقه و برگ ندارند. جلبک‌ها در همه‌ی محیط‌های آبی زندگی می‌کنند. برخی از آن‌ها در خشکی زندگی می‌کنند و لایه‌ای نازک و سبز در محیط‌های مرطوب به‌وجود می‌آورند. جلبک‌ها بیشتر فیتوپلانکتون‌های دریاها را تشکیل می‌دهند. **فیتوپلانکتون‌ها** موجودات زنده‌ی میکروسکوپی هستند که در سطح دریا فتوسنتز انجام می‌دهند. جلبک‌های بزرگ‌تر دریایی از تعداد زیادی سلول تشکیل شده‌اند و ساختارهایی شبیه به برگ درختان دارند.

جلبک دریایی قهوه‌ای

حباب هوا سبب شناور ماندن اندام برگ مانند در آب می‌شود



جلبک دریایی قرمز

جلبک دریایی قرمز می‌تواند در مناطق ژرف‌تر دریا انرژی نور را جذب کند



جلبک سبز

جلبک سبز بیشتر در آبگیرهای سنگی می‌روید

▲ انواع جلبک‌های دریایی
همه‌ی جلبک‌های دریایی کلروفیل دارند و فتوسنتز انجام می‌دهند؛ اما برخی از آن‌ها رنگیزه‌های دیگری هم دارند که سبب می‌شود جلبک به رنگ قهوه‌ای یا قرمز به‌نظر آید. جلبک‌های قرمز مختلف در مناطق مختلف جزر و مدی سواحل دریا زندگی می‌کنند و هر قدر بیشتر در معرض جزر و مد باشند بیشتر به‌درون خشکی رانده می‌شوند و می‌توانند در مناطق بالاتر ساحلی زندگی کنند.

جنگل کلپ ◄
کلپ نوعی جلبک دریایی بزرگ سبز تیره یا قهوه‌ای است که در آب‌های سرد می‌روید. یکی از انواع کلپ‌ها که کلپ غول‌پیکر نامیده می‌شود تا ۶۰ متر طول و از بستر دریا تا سطح آن امتداد دارد. کلپ غول پیکر می‌تواند جنگل‌هایی بزرگ در زیر آب ایجاد کند و به این ترتیب زیستگاه بسیار مهمی برای موجودات دریایی دیگر، مانند حلزون‌ها، خرچنگ‌ها، توتیاهای دریایی، فک‌ها و سمورهای آبی بسازد.

اندام‌های برگ مانند به‌صورت متراکم می‌رویند و زیستگاهی برای ماهی‌ها و توتیاهای دریایی فراهم می‌کنند

اندام‌های ریشه مانند، کلپ را به کف دریا متصل نگه می‌دارند



▲ رشد بیش از حد جلبک‌ها
اگر مواد غذایی، معدنی و آب فراوان باشد ممکن است بر سطح دریاچه‌ها، آب‌گیرها و جویبارها توده‌های جلبک ظاهر شوند. وقتی که توده‌های ضخیم جلبک سطح آب را می‌پوشانند از عبور نور خورشید جلوگیری می‌کنند و گیاهان و جلبک‌های زیر آن‌ها می‌میرند. هنگام تجزیه‌ی این موجودات، اکسیژن آب مصرف می‌شود و همه‌ی موجودات زنده‌ی زیر این توده‌های جلبک می‌میرند.



فیتوپلانکتون

جلبک‌های میکروسکوپی که بر سطح دریاها شناورند و از انرژی نور برای ساختن غذا استفاده می‌کنند فیتوپلانکتون نام دارند. فیتوپلانکتون‌ها، همراه با زئوپلانکتون‌ها، که جانوران یا شبه جانوران ریز هستند، در نزدیکی سطح دریاها شناورند. فیتوپلانکتون‌ها در موقعیت مناسب می‌توانند با سرعت تکثیر شوند و آب را به رنگ‌های سبز یا قرمز درآورند. فیتوپلانکتون‌ها نخستین منبع غذایی همه‌ی موجودات زنده‌ی آب‌زی هستند.

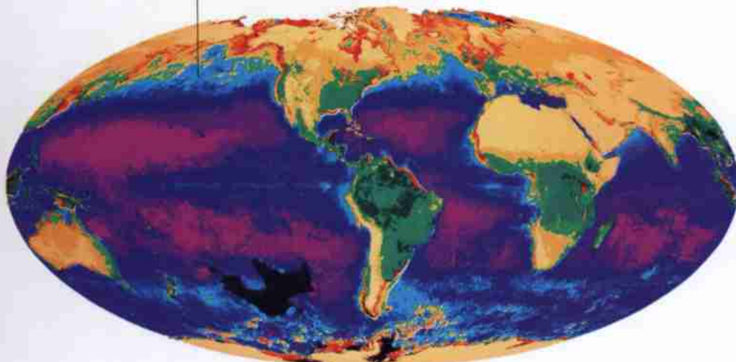


برگ ساقه‌های کلپ، به‌سوی نور خورشید می‌روند تا غذا بسازند

◄ دیاتوم

این جلبک تک سلولی در جعبه‌ای سخت و محکم و شیشه‌ای زندگی می‌کند. هر جعبه دو در دارد که مانند قوطی واکس یکی در دیگری فرو رفته است. وقتی سلول دیاتوم تقسیم می‌شود نیمی از جعبه را نیز دریافت می‌دارد، اما نیمه‌ی کوچک‌تر درونی را خود می‌سازد. بنابر این نسل‌های بعدی همیشه کوچک‌تر از والدهای خود هستند. هنگامی که دیاتوم به کوچک‌ترین اندازه‌ی خود می‌رسد و دیگر نمی‌تواند تقسیم شود هاگ تولید می‌کند. هاگ به دیاتومی به بزرگی دیاتوم اولیه تبدیل می‌شود.





فیتوپلانکتون‌ها در آب های سرد دور از مناطق استوایی، متراکم‌ترند

کارخانه‌های اکسیژن‌سازی ◄

این تصویر که از فضا گرفته شده است محل‌های زندگی فیتوپلانکتون‌ها را نشان می‌دهد. رنگ‌های قرمز، زرد و آبی کمرنگ دریاهایی را که از تراکم زیاد کلروفیل به‌صورت فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌های دریایی برخوردارند، نشان می‌دهد. رنگ‌های آبی تیره و صورتی کم‌ترین تراکم کلروفیل را نشان می‌دهند. گیاهان خشکی‌زی با رنگ سبز نشان داده شده‌اند. فیتوپلانکتون‌ها نسبت به همه‌ی گیاهان اکسیژن بیشتری به هوا آزاد می‌کنند.

◄ کشندهای سرخ سمی

اگر مواد غذایی معدنی مانند کودها یا فاضلاب‌ها به دریا بریزند محیط مناسبی برای رشد جلبک‌ها فراهم می‌کنند. رشد بیش از حد جلبک‌ها سبب می‌شود. جلبک‌هایی مانند نوکتیلوکا سینتیلانز می‌توانند آب دریا را به‌رنگ سرخ درآورند و با مواد سمی خود جانورانی مانند صدف‌ها را مسموم کنند. کلمه نوکتیلوکا به‌معنی نور شبانه است. این فیتوپلانکتون می‌تواند در تاریکی بدرخشد و بر سطح دریا نوری چشمک‌زن ایجاد کند.





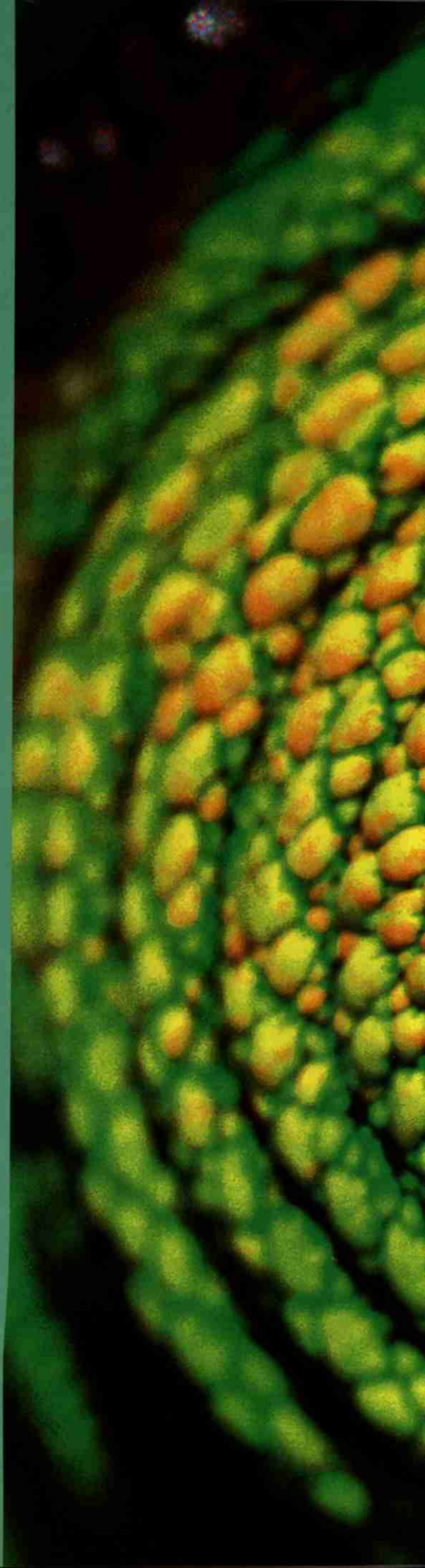
نوکتیلوکا سینتیلانز

نیز نگاه کنید به ◄◄ اقیانوس‌ها ۲۲۹-۲۲۸ • فتوسنتز ۲۵۸



جانوران

فرمانروی جانوران ۲۹۰
آناتومی جانوران ۲۹۲
اسفنج‌ها ۲۹۴
کنیدارین‌ها ۲۹۴
کرم‌ها ۲۹۵
سخت‌پوستان ۲۹۶
حشرات ۲۹۷
عنکبوتیان ۲۹۸
نرم‌تنان ۲۹۹
خارپوستان ۲۹۹
ماهی‌ها ۳۰۰
دوزیستان ۳۰۱
خزندگان ۳۰۲
پرندگان ۳۰۳
پستانداران ۳۰۴
چرخه‌های زندگی ۳۰۵
جفت‌طلبی ۳۰۶
تولید مثل ۳۰۸
رشد ۳۱۰
تغذیه ۳۱۲
حرکت ۳۱۴
حواس ۳۱۶
ارتباط ۳۱۸
دفاع ۳۲۰
چرخه‌های رفتاری ۳۲۲
جمعیت‌ها ۳۲۴
اجتماعات زیستی ۳۲۵
بوم‌شناسی ۳۲۶
تکامل ۳۲۸
زندگی پیش از تاریخ ۳۳۰
دیرین‌شناسی ۳۳۲
انقراض ۳۳۴
حفظ گونه‌ها ۳۳۵



فرمانروی جانوران

جانوران بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین فرمانرو را در بین پنج فرمانرو موجودات زنده تشکیل می‌دهند. تاکنون بیش از دو میلیون گونه‌ی جانور، شناسایی شده‌اند. همه‌ی جانوران خصوصیات مشترکی دارند. برخلاف گیاهان، جانوران انرژی مورد نیاز خود را از خوردن غذا به‌دست می‌آورند. بدن همه‌ی جانوران از تعداد زیادی سلول تشکیل شده است و بسیاری از آن‌ها تحرک زیادی دارند. اغلب جانوران تولید مثل جنسی دارند. جانوران اندام های حسی دارند، که به آن‌ها امکان می‌دهد به محرک‌های محیط اطرافشان واکنش سریع نشان دهند. علم **رده‌بندی** از این ویژگی‌ها و خصوصیات دیگر استفاده می‌کند تا جانوران مشابه را با هم گروه‌بندی کند.

چشم‌ها، مشخص‌ترین اندام‌های حسی به‌شمار می‌آیند

سر، بزرگ و حاوی مغز است

پاها، برای شکار کردن و راه رفتن و گرفتن غذا مناسبند

رده‌بندی

دانشمندان برای بررسی آسان‌تر، فرمانروی جانوران را به گروه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنند. اولین تقسیم‌بندی شاخه نام دارد. هر شاخه به گروه‌هایی به‌نام رده تقسیم می‌شود. هر رده به تعدادی راسته و هر راسته به چند خانواده و هر خانواده به تعدادی سرده تقسیم می‌شود. هر سرده از مجموعه‌ی گونه‌ها به‌وجود می‌آید. هر گونه، گروه منفردی از جانوران است که ویژگی‌های یکسان دارند و با یکدیگر زاد و ولد می‌کنند.

رده‌بندی شیر

هر گونه‌ی جانوری، یک نام لاتینی منحصر به‌فرد دارد. در این اسم، اولین کلمه نام سرده است که بین جانوران خویشاوند نزدیک مشترک است. کلمه‌ی دوم، نام خاصی است که همراه با سرده، برای یک گونه‌ی خاص، منحصر به‌فرد است.



گونه: Panthera leo
شیر شبیه یوزپلنگ

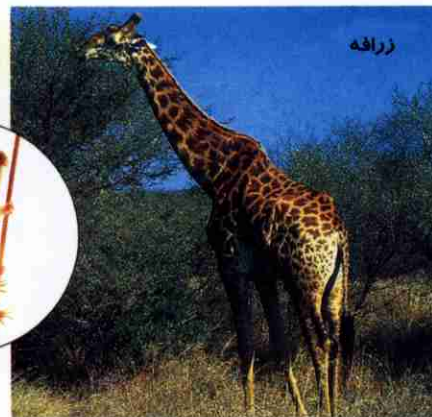
سرده: Pantheris گربه‌های بزرگ

خانواده: فلیده (Felidae) گربه‌ها

راسته: کارنیوورا (Carnivora) گوشت‌خواران

رده: پستانداران جانورانی که به فرزند خود شیر می‌دهند و خونگرمند

شاخه: کورداتا (Cordata) ستون فقرات استوانه مانند دارند



زرافه



موش خرمن

▲ **تنوع در اندازه‌ی بدن**
جانوران را بر اساس اندازه‌ی بدن رده‌بندی نمی‌کنند. زرافه و موش خرمن از نظر اندازه تفاوت بسیار زیادی دارند، امّا هر دو به‌عنوان پستاندار رده‌بندی می‌شوند. زیرا بدن هر دو از مو پوشیده شده است، آرواره‌های تک‌استخوانی دارند و به نوزدان خود شیر می‌دهند.

مجهز برای پرواز ◄
جانوران تنها موجودات زنده‌ای هستند که هوا را به‌تصرف خود درآورده‌اند. حشرات، پرندگان و خفاش‌ها همگی می‌توانند قدرتمندانه پرواز کنند. پرندگان ماهیچه‌های قوی دارند که با سیستم عصبی و مغزی خوب رشد یافته‌ی آن‌ها هماهنگند و به آن‌ها قدرت پرواز می‌دهند.



جانوران
شیر ماده



گیاهان
آفتاب گردان



قارچ‌ها
قارچ - قورباغه



آغازیان
آمیب



مونرا
باکتری



عروس دریایی ساده ◄
بعضی از جانوران، مثل عروس دریایی، ساختار نسبتاً ساده‌ای دارند. آن‌ها اسکلت ندارند، ماهیچه‌های کمی دارند و حرکتشان هماهنگ نیست- همراه جریان‌های آب اقیانوس جابه‌جا می‌شوند. عروس‌های دریایی را بی‌مهره می‌نامند، زیرا مثل ۹۸ درصد جانوران، ستون مهره ندارند.

بال‌ها،
با ماهیچه‌های قوی



◄ مهره‌داران
جانوران دارای ستون مهره، مثل این گورخرها، مهره‌دار نام دارند. پستانداران، پرندگان، ماهی‌ها، دوزیستان و خزندگان همه مهره‌دارند. گورخرها به رده‌ی پستانداران تعلق دارند. پستانداران که انسان را هم شامل می‌شوند، پیچیده‌ترین جانداران فرمانرو جانورانند.



▲پستاندار آبزی
وال آبی بزرگ‌ترین جانور زنده است. بدن این جانور ۳۰ متر درازا دارد و فقط به این علت می‌تواند به این اندازه برسد که آب دریا وزن آن را حمایت می‌کند. اگرچه وال مثل یک ماهی، همه‌ی زندگی خود را در آب می‌گذراند، امّا به‌عنوان یک پستاندار رده بندی می‌شود زیرا به فرزندانش شیر می‌دهد.

فرمانروی جانوران
animal kingdom



اسکلت بیرونی سخت،
از خشک شدن بدن هیره جلوگیری می‌کند.

هیره‌ی میکروسکوپی ◄
برخی از جانوران بسیار کوچکند. این هیره (بر روی نوک سوزن) آن‌قدر کوچک است که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود. اندازه‌ی بدن آن کوچک است زیرا فقط با پوست اندازی (دور انداختن لایه‌ی خارجی بدن) رشد می‌کند. هیره‌ها اسکلت بیرونی سخت دارند و به‌کمک پاهای بندبند حرکت می‌کنند. جانوران دیگری که چنین ویژگی‌هایی دارند، شامل عنکبوت‌ها، عقرب‌ها، بسیاری از حشرات و خرچنگ‌ها هستند.



فسیل آمونیت، شکلی شبیه ناتیلوس‌های زنده‌ی امروزی دارد

جانوری از گذشته ◄
فسیل‌ها نشان می‌دهند که جانوران ۱/۲ میلیارد سال پیش بر روی کره‌ی زمین زندگی می‌کردند، امّا دانش ما درباره‌ی زندگی در گذشته هنوز کامل نیست. برخی از جانوران پیش از تاریخ با جانوران امروزی تفاوت‌های بسیار زیادی دارند. امّا این آمونیت شبیه ناتیلوس جانور دریازی امروزی است. ما می‌توانیم با بررسی شباهت‌های بین فسیل‌ها و جانوران زنده، با زندگی جانوران در گذشته آشنا شویم.

نیز نگاه کنید به ◄◄ رده بندی گیاهان ۲۵۴-۲۵۵ • تکامل ۳۲۸-۳۲۹

آناتومی جانوران

علم مطالعه‌ی ساختار بدن موجودات زنده آناتومی نام دارد. بدن همه‌ی جانوران از **سلول‌ها**یی ساخته شده است که بعضی از آن‌ها برای انجام اعمال متفاوت تخصص یافته‌اند. جانوران ساده، مثل اسفنج‌ها، فقط از انواع کمی سلول ساخته شده‌اند. در جانوران پیچیده‌تر، سلول‌ها به‌صورت بافت‌هایی مثل ماهیچه‌ها و اعصاب ـ ضروری برای حرکت جانور ـ سازمان یافته‌اند. بافت‌ها اندام‌هایی مثل قلب را به‌وجود می‌آورند. قلب خون را در سراسر **دستگاه گردش خون** به‌حرکت در می‌آورد.

▼ آناتومی کوسه ماهی

کوسه‌ها هم مثل همه‌ی ماهی‌ها ستون مهره‌ی پشتی دارند، از طریق آبشش تنفس و با استفاده از باله حرکت می‌کنند و خونسردند. آناتومی کوسه، ویژگی‌های یک ماهی شکارچی را نشان می‌دهد. کوسه‌ها بدنی اژدری شکل و با کم‌ترین مقاومت در برابر جریان آب دارند که به‌آن‌ها امکان می‌دهد به‌آسانی در آب پیش بروند و شکار را دنبال کنند. آن‌ها همچنین آرواره‌های نیرومند و دندان‌های تیز دارند.

تخمدان، تخمک‌هایی را تولید می‌کنند که از یک لوله عبور می‌کنند تا بارور شوند

کیسه‌ی صفرا، موادی را به‌درون روده می‌ریزد که به جذب چربی‌ها کمک می‌کند

آبشش‌ها، اکسیژن را از آب می‌گیرند تا کوسه بتواند نفس بکشد

کمان‌های آبششی، از آبشش‌ها محافظت می‌کنند

ماهیچه‌های نیرومند آرواره‌ها، شکار را گاز می‌گیرند

چشم‌ها، پیشرفته‌اند

سوراخ‌های بینی، برای تشخیص بوی شکار از دور به‌کار می‌روند

قلب، خون را در سراسر بدن به‌گردش درمی‌آورد

آئورت، خون را به سرخرگ‌های کوچک‌تر منتقل می‌کند

دندان‌ها، متعدد و تیزند



▶ تقارن کامل

بیش‌تر جانوران، مثل این پنگوئن، تقارن دوطرفه دارند. اگر پنگوئن را از سر تا پا به دو قسمت کنند، دو نیمه‌ی بدن جانور مثل تصاویر آئینه‌ای یک دیگرند. برخی از جانوران مثل شقایق دریایی، تقارن شعاعی دارند. این جانوران سر یا دم ندارند و می‌توان آن‌ها را در طول خطوط زیادی به بخش‌های یکسان تقسیم کرد. از این دو نوع جانور، آن‌هایی که تقارن دو طرفه دارند، امکان حرکت سریع‌تر و دقیق‌تری دارند.



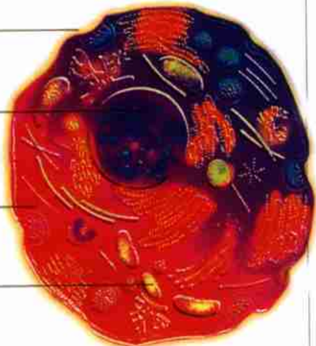
▶ اسکلت داخلی

همه‌ی جانورانی که ستون مهره‌ی پشتی دارند، تکیه‌گاهی از استخوان‌بندی درونی به‌نام اسکلت داخلی دارند. اسکلت‌های استخوانی، مثل اسکلت این سنجاب، سبک هستند تا به‌حرکت جانور کمک کنند. وقتی جانور هنوز بچه است، استخوان‌های اسکلت می‌توانند رشد کنند. بعضی از استخوان‌ها از اندام‌های حیاتی حفاظت می‌کنند؛ در حالی که استخوان‌های دست یا پا، تکیه گاهی را برای ماهیچه‌ها فراهم می‌آورند.



سلول‌ها

سلول‌های جانوران معمولاً فقط ۰/۰۲ میلی‌متر پهنا دارند. اگرچه این سلول‌ها فوق‌العاده متنوعند، ولی ویژگی‌های مشترکی دارند. سلول‌ها با پوسته‌ای به‌نام غشا احاطه شده‌اند و مایعی شبیه ژله درون آن‌هاست که سیتوپلاسم نام دارد.
همه‌ی فرایندهای لازم برای زندگی- مثل تولید انرژی از غذا، دفع مواد زاید و رشد - درون سلول‌ها انجام می‌شوند.



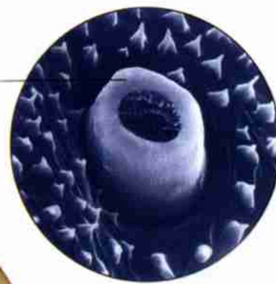
غشای سلول، به برخی از مواد اجازه‌ی عبور می‌دهد و به برخی نه

هسته حاوی DNA است که به سلول فرمان می‌دهد که چگونه رشد و عمل کند

سیتوپلاسم، ماده‌ای ژله مانندِ درون سلول است

میتوکندری، انرژی را از مواد ساده به‌دست می‌آورد

▲ **اجزای سلول**
سیتوپلاسم درون یک سلول جانوری، ساختارهایی به‌نام اندامک دارد که کارهای متنوعی، از ذخیره مواد حیاتی تا از بین بردن باکتری‌ها، را انجام می‌دهند. مهم‌ترین اندامک، هسته نام دارد که حاوی اطلاعات ژنتیکی است و چگونگی رفتار سلول را کنترل می‌کند. میتوکندری اندامک دیگری است که از غذا انرژی تولید می‌کند.





اسپیراکل، بر روی بدن لارو پروانه

▲ **دستگاه‌های تنفسی**
همه‌ی جانوران برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند. جانوران ساده‌تر تبادل گازها را در سطح بدنشان انجام می‌دهند. حشرات، مثل لارو پروانه‌ها، در طول بدن خود سوراخ‌هایی به‌نام اسپیراکل دارند. از این سوراخ‌ها، هوا عبور می‌کند. جانورانِ برخوردار از شش، مثل پرندگان و پستانداران، نفس می‌کشند.

ستون مهره‌ها، که از مجموعه‌ی مهره‌ها تشکیل شده است

روده، مواد غذایی را جذب می‌کند

کبد، به گوارش و ذخیره‌ی روغن کمک می‌کند

باله‌های سینه‌ای، برای کوسه امکان تغییر مسیر را فراهم می‌کنند.

دستگاه گردش خون

دستگاه گردش خون، خون را به‌سراسر بدن جانور منتقل می‌کند و مواد غذایی و اکسیژن را برای سلول‌ها فراهم می‌آورد. در بعضی از جانوران، این دستگاه از نوع باز، و در بعضی، از نوع بسته است. در دستگاه باز، خون آزادانه در همه جای بدن، جریان دارد. در یک دستگاه بسته، خون فقط در شبکه‌ی رگ‌ها جریان دارد. دستگاه گردش خون به‌توزیع گرما در سراسر بدن نیز کمک می‌کند.

▼ **اسکلت بیرونی**
شاه میگوها، مثل همه‌ی بندپایان، پوشش بیرونی سختی به نام اسکلت بیرونی دارند که از صفحه‌هایی از جنس ماده‌ای به نام کیتین ساخته شده است. این صفحه‌ها در بخش‌های دارای انعطاف، مثل مفصل‌های پا، به هم می‌رسند. اسکلت بیرونی تکیه‌گاهی برای ماهیچه‌هاست و همچنین جانور را از شکارچی‌ها محافظت می‌کند. اسکلت بیرونی به حرکت جانور بر روی زمین کمک و از هدر رفتن اضافیِ آب جلوگیری می‌کند.



اسکلت جدید چند روز طول می‌کشد تا سخت شود

اسکلت بیرونی دور انداخته می‌شود تا شاه میگو بتواند رشد کند



◄ **سوسمارهای اکتوترمی**
بسیاری از جانوران خشکی، مثل خزندگان، اکتوترمی هستند ـ این جانوران برای افزایش دمای بدن تا اندازه‌ای که بتوانند فعالیت کنند، به گرمای خورشید متکی هستند. پرندگان و پستانداران اندوترمی هستند، یعنی خود، گرمای لازم را تولید می‌کنند و دمای بدنشان را ثابت نگه می‌دارند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ آناتومی گیاهان ۲۵۶-۲۵۷ ● حرکت ۳۱۴-۳۱۵ ● دستگاه‌های بدن ۳۳۸-۳۳۹

اسفنج‌ها

اسفنج‌ها ساده‌ترین جانوران هستند. بیش‌تر آن‌ها در کلنی‌هایی (گروه‌هایی) زندگی می‌کنند که چیزی بیش از مجموعه‌هایی سلولی که در دو لایه سازمان یافته‌اند، نیستند. بیش‌تر اسفنج‌ها در دریا زندگی می‌کنند و معمولاً هرمافرودیت (دوجنسی) هستند، یعنی هر اسفنج هم تخمک و هم اسپرم تولید می‌کند. لاورها زندگی آزاد دارند، ولی اسفنج‌های بالغ بدون حرکتند و در یک‌جا ثابت باقی می‌مانند.



▲ **اسفنج‌های آهکی**
اسفنج‌ها را بر اساس اسپیکول‌هایشان رده‌بندی می‌کنند. اسپیکول‌ها ساختارهای نوک‌تیزی هستند که چارچوب بدن اسفنج را تشکیل می‌دهند. در اسفنج‌های آهکی، اسپیکول‌ها از کلسیم ساخته شده‌اند. حدود ۱۵۰ گونه‌ی اسفنج آهکی وجود دارد.

شاخه‌ی پوریفرا (سوراخ‌دار)

اسفنج‌ها اسکلتی از اسپیکول‌ها (ساختارهای نوک‌تیز) دارند ولی هیچ بخش مشخص اندامی ندارند. بیش‌تر آن‌ها در واقع لوله‌ای هستند که یک طرف آن بسته است. اسفنج‌ها تقارن ندارند و حدود ۱۰۰۰۰ گونه هستند.

رده: کالکارئا (اسفنج‌های آهکی)
ویژگی: اغلب کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متر بلندی دارند، اسپیکول‌های اسکلتی آن‌ها از جنس کربنات کلسیم است.



رده: هگزاکتی نلیدا (اسفنج‌های شیشه‌ای)
ویژگی: اسکلت آن‌ها از اسپیکول‌های شش سوزنی، از جنس سیلیس و شبیه شیشه است.



رده: دموسپونژیه (اسفنج‌های لوله‌ای)
ویژگی: بعضی از آن‌ها سه یا چهار اسپیکول سوزنی دارند.

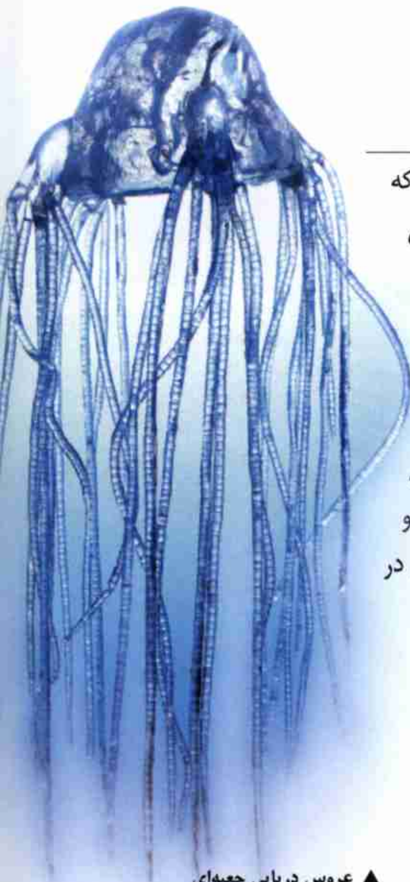




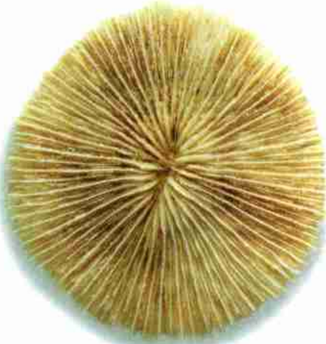
▶ **اسفنج لوله‌ای**
اسفنج‌های لوله‌ای یا دموسپونژها، اسکلتی از جنس اسپونژین دارند. که ماده‌ای شبیه کراتین، یعنی ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی ناخن‌های انسان، است. این اسفنج‌ها موادغذایی را از آبی که از سوراخ‌های دیواره‌ی کلنی وارد می‌شود، پالایش می‌کنند. آب از سوراخی به‌نام اسکولون خارج می‌شود. سلول‌های ویژه‌ای به‌نام سلول‌های کولار (یقه‌ای) به حفظ جریان آب کمک می‌کنند.

کنیدارین‌ها

کنیدارین‌ها جانورانی آبزی هستند که بدنشان ساده و معمولاً دارای تقارن است و یک سوراخ دهانی دارند. سلول‌های گزنده‌ی روی شاخک‌ها یا بازوهای حسی دور دهان، شکار را به‌دام می‌اندازند. کنیدارین‌ها یا زنگوله‌ای شکل و متحرکند، مثل عروس دریایی، و یا مثل مرجان‌ها و شقایق‌های دریایی، لوله‌ای شکل و در یک جا ثابتند.



▲ **عروس دریایی جعبه‌ای**
عروس دریایی با جریان‌های آب اقیانوس حرکت می‌کند و شاخک‌های حسی آن به‌دنبالش روانند. آن‌ها با کنیدوبلاست‌های (سلول‌های گزنده‌ی) روی بازوهای حسی خود جانوران کوچک را نیش می‌زنند و آن‌ها را به‌درون دهانشان می‌کشند. بعد از گوارش، مواد دفعی از دهانشان خارج می‌شوند.



▲ **مرجان‌ها**
بیش‌تر مرجان‌ها به‌صورت کلنی زندگی می‌کنند، امّا مرجان‌های قارچی یک پولیپ منفرد (ساختاری لوله‌ای ساکن و ثابت شده) را تشکیل می‌دهند که ممکن است تا ۵۰ سانتی‌متر هم پهنا داشته باشد. اسکلت سخت آن‌ها گچی (کربنات کلسیم) است. اسکلت مرجان‌ها بر روی هم انباشته می‌شوند و آبسنگ‌های مرجانی را به‌وجود می‌آورند.

کنیدارین‌ها
cnidarins



▲ **شقایق دریایی**
شقایق‌های دریایی معمولاً در آبگیرهای صخره‌ای ساحلی یافت می‌شوند و به‌کمک بازوهای گزنده‌ی خود ماهی‌ها و جانوران کوچک را شکار می‌کنند. وقتی در اثر جزر، آب ساحل پایین می‌آید، این جانوران بازوهایشان را جمع می‌کنند تا در بیرون از آب زنده بمانند. این عمل به آن‌ها کمک می‌کند تا آب بدن خود را حفظ کنند.

شاخه: کنیداریا

همه‌ی کنیدارین‌ها سلول‌های گزنده دارند. بسیاری از آن‌ها می‌توانند به‌طور غیرجنسی (بدون جفت‌گیری) و جنسی تولید مثل کنند. این شاخه ۹۰۰۰ گونه دارد.

رده: آنتوزوا (مرجان‌ها، بادبزن‌های دریایی، قلم‌های دریایی، شقایق‌های دریایی)
ویژگی: به‌شکل پولیپ‌های ثابت (لوله‌ای شکل) و گوشت‌خوارند و اغلب به‌صورت گروهی زندگی می‌کنند.



رده: سیفوزوا (عروس دریایی)
ویژگی: زندگی آزاد دارند. به‌حالت مدوز (زنگوله‌ای شکل) اند. دهانشان در زیر بدن قرار دارد.



رده: هیدروزا (هیدروزوآها)
ویژگی: برخی زندگی آزاد دارند، بقیه ثابتند، بیش‌تر به صورت کلنی و درگروه‌های بزرگ به‌سر می‌برند واغلب گوشت‌خوارند.




رده: کوبوزوا (عروس دریای جعبه‌ای)
ویژگی: زندگی آزاد و حالت مدوز جعبه‌ای شکل دارند و بازوهای حسی آن‌ها به گوشه‌های جعبه متصل‌است.



نیز نگاه کنید به ◀◀ آناتومی جانوران ۲۹۲-۲۹۳ ● اجتماعات زیستی۳۲۵ ● بوم شناسی ۳۲۶-۳۲۷

کرم‌ها

حدود یک میلیون گونه کرم در زیستگاه‌های مختلف زندگی می‌کنند. بدن کرم‌ها باریک و بلند است و پا ندارند. بسیاری از کرم‌ها انگل هستند و در درون یا بر روی بدن جانور دیگر زندگی می‌کنند و برای تغذیه از آن، بخش‌های دهانی نیرومند خود را به‌کار می‌گیرند. برخی از کرم‌ها شکارچی‌اند و می‌توانند با سرعت زیادی حرکت کنند. سه گروه اصلی کرم‌ها عبارتند از: **کرم‌های پهن**، **کرم‌های لوله‌ای** و **کرم‌های حلقوی**.



انواع کرم‌ها

کرم‌ها شاخه‌های متعددی را تشکیل می‌دهند. سه گروه زیر شناخته‌شده‌ترین کرم‌ها هستند. برخی از کرم‌ها در خشکی و در حفره‌های زیرزمینی زندگی و از مواد گیاهی تغذیه می‌کنند. انواع دیگر کرم‌ها در دریا یا آب‌های شیرین زندگی و با پالایش مواد غذایی آب، تغذیه می‌کنند.



شاخه: کرم‌های پهن
ویژگی: حدود ۲۰/۰۰۰ گونه و دارای بدنی پهن و بدون قطعه‌اند. دهان دارند ولی مخرج ندارند. بسیاری از آن‌ها در آب زندگی می‌کنند.



شاخه: کرم‌های حلقوی
ویژگی: حدود ۱۵/۰۰۰ گونه‌اند. بدن آن‌ها از بخش‌های فراوان تشکیل شده است. بیش‌تر آن‌ها در حفره‌های زیرزمینی زندگی می‌کنند. لوله‌ی گوارش آن‌ها شامل دهان و مخرج است و در خشکی و آب زندگی می‌کنند.

شاخه: نماتودها (کرم‌های لوله‌ای)
ویژگی: حدود ۲۵/۰۰۰ گونه‌اند، بدن آن‌ها یکپارچه است و گوارش شامل دهان و مخرج دارند.

کرم‌های پهن

حدود ۲۰/۰۰۰ گونه کرم پهن وجود دارد که بدنی سفت و پهن دارند و فاقد خون هستند. بیش‌تر کرم‌های پهن انگل‌اند امّا برخی از آن‌ها زندگی آزاد دارند.



◀ کرم پهن دریایی
کرم‌های پهن دریازی اکسیژن را از سطح بدن پهن و نازک خود جذب می‌کنند. آن‌ها به‌جلو می‌خزند و بدنشان را مثل موج به‌حرکت در می‌آورند. لکه‌های چشمی به‌آن‌ها توانایی پیدا کردن مسیر را می‌دهد. اغلب آن‌ها شکارچی هستند و جانوران بسیار کوچک را به‌کمک دهانی که در زیر بدنشان قرار دارد، می‌خورند.



◀ کرم‌های نواری
کرم‌های نواری انگل‌هایی هستند که در بدن انسان و جانوران دیگر زندگی می‌کنند. این کرم‌ها قلاب‌ها و بادکش‌هایی روی سر دارند که آن‌ها را به دیواره‌ی لوله‌ی گوارش میزبان متصل می‌کند. دستگاه گوارش ندارند و غذا را از طریق سطح بدنشان جذب می‌کنند. کرم‌های نواری دو جنسی هستند، یعنی هر کرم هم تخمک و هم اسپرم تولید می‌کند.

کرم‌های لوله‌ای

کرم‌های لوله‌ای یا نماتودها در همه‌جا و در تعداد فراوان یافت می‌شوند. امّا چون بیش‌تر آن‌ها شفافند، افراد کمی از وجود آن‌ها مطلع هستند.



◀ دهان نماتود
این نماتود دریایی در دهانش نیش‌هایی دارد که با آن شکار را می‌گیرد. این جانور چالاک نیست؛ در نتیجه فقط از جاندارانی تغذیه می‌کند که در دسترس او قرار می‌گیرند. جانور هنگام گوارش شیره‌هایی تولید می‌کند که غذا را تجزیه می‌کنند. مواد دفعی نیز از سوراخ مخرج جانور خارج می‌شوند.



▲ کرم لوله‌ای
کرم لوله‌ای بدنی دراز و گرد دارد که در سمت دم باریک و سوزنی شکل می‌شود و لایه‌ی بیرونی آن، یعنی کوتیکول، صاف است. ماهیچه‌های بدن جانور به‌صورت طولی قرار گرفته‌اند و شکل حلقوی ندارند. جانور برای جلو رفتن، این ماهیچه‌ها را منقبض می‌کند و با عقب و جلو رفتن در یک سطح و ایجاد شکل‌های C و S، به‌کندی حرکت می‌کند.

کرم‌های حلقوی

این کرم‌ها در سه گروه کرم‌های خاکی، کرم‌های خاردار و زالوها یافت می‌شوند. بدن همه‌ی این کرم‌ها از حلقه‌های پی‌درپی تشکیل شده است. بدن این کرم‌ها پر از مایع است ولی زالوها بدنی سفت و محکم دارند.



◀ کرم خاکی
بدن کرم‌های خاکی از تعداد زیادی حلقه تشکیل شده است. فقط لوله‌ی گوارش از سر تا انتهای بدن کشیده شده است. دستگاه گردش خون این کرم‌ها از رگ‌های خونی تشکیل شده است، ولی قلب ندارند. بخش ضخیم‌تر جلوی بدن مایعی غلیظ و لزج ترشح و کرم‌های در حال جفت‌گیری را به‌یکدیگر متصل می‌کند و پیله‌ای برای نگه‌داری تخم‌ها به‌وجود می‌آورد.



◀ زالو
زالوها انگل‌هایی هستند که روی سطح بیرونی بدن جانوران دیگر زندگی می‌کنند. زالوها آرواره‌های برنده‌ی تخصص یافته‌ای دارند که آن‌ها را در پوست جانوران فرو می‌برند و خون آن‌ها را می‌مکند. مواد موجود در بزاق زالوها از لخته‌شدن خون و احساس درد در محل گزیدگی جلوگیری می‌کند و به‌همین دلیل، جانور میزبان از گزیده شدن بی‌خبر می‌ماند. زالوها در دو انتهای بدن خود بادکش دارند و با تغییر مکان یک بادکش به جلو و قرار دادن دیگری در پشت آن، حرکت می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ اجتماعات زیستی ۳۲۵ ● خاک ۳۲٤

سخت‌پوستان

سخت‌پوستان اسکلت بیرونی مفصل‌دار سخت دارند که مثل زره از بدن آن‌ها محافظت می‌کند. این جانوران پنج جفت پای بندبند دارند که در بعضی از گونه‌ها، جفت پای جلویی به‌چنگال نیرومندی تبدیل شده‌اند. سخت پوستان چشم‌های مرکب دارند که از تعداد زیادی عدسی که بر روی پایه‌ای قرار گرفته‌اند ساخته شده‌است. آن‌ها دو جفت آنتن یا شاخک حسی دارند که کمک می‌کند تا وجود شکارچی را احساس کنند. بیش‌تر سخت‌پوستان در آب زندگی می‌کنند؛ امّا برخی از آن‌ها، مثل شپشک چوب، در مکان‌های مرطوب در خشکی زندگی می‌کنند.

شاخه: سخت پوستان

بیش‌تر سخت پوستان در آب زندگی می‌کنند و بیش از ۴۵۰۰۰ گونه در قالب هفت رده را تشکیل می‌دهند، از جمله:



رده: برانکیوپودا (پری میگوها،کک‌های آبی)
ویژگی: اندازه‌ی بدن آن‌ها کوچک است و زندگی آزاد دارند. قطعات دهانی مجهز به زایده‌های مو مانند دارند که به کمک آن‌ها ذرات غذایی را پالایش می‌کنند.



رده: کریپدیا (بارناکل‌ها)
ویژگی: بدن جعبه‌ای شکل دارند و در بزرگسالی به یک نقطه می‌چسبند.



رده: مالاکوستراکا (خرچنگ‌های گرد، میگو، شپشک چوب)
ویژگی: پاهای بند بند و اغلب چنگال دارند و چشم‌هایشان بر روی پایه قرار دارد.

▼ میگوی مفصل‌دار آبی رنگ
میگوی معمولی آبی رنگ است و درازای بدن آن تا یک متر هم ممکن است برسد. این جانور بدنی مفصلی، یک شکم دراز و یک دم پهن بادبزنی دارد. وقتی جانور رشد می‌کند پوسته یا کاراپاس آن شکاف برمی‌دارد. سپس پوسته‌ی جدید که در زیر پوسته‌ی قدیمی قرار داشت، سخت می‌شود. میگوها در شب و با شکستن صدف نرم‌تنان با چنگال‌های بزرگ خود تغذیه می‌کنند.





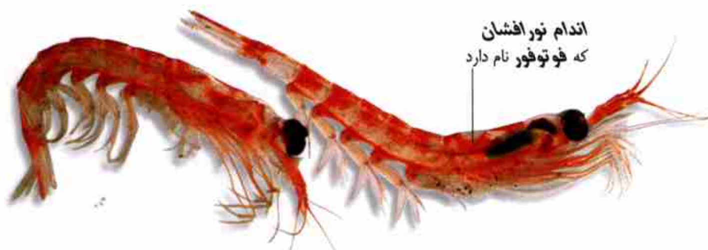


▲ خرچنگ ویولون‌زن
بیش‌تر سخت‌پوستان دو چنگال یک اندازه دارند. امّا خرچنگ نر ویولون زن یک چنگال بسیار بزرگ و یک چنگال کوچک دارد. جانور چنگال بسیار بزرگ خود را برای جلب جفت و دور کردن نرهای رقیب تکان می‌دهد. چنگال بزرگ تا نصف وزن بدن خرچنگ را تشکیل می‌دهد. خرچنگ‌های ویولون‌زن در باتلاق‌های مانگرو زندگی می‌کنند و درون گل و لای پنهان می‌شوند.

◄ بچه بارناکل
برخی سخت‌پوستان مثل بارناکل‌ها فقط هنگامی که لارو هستند می‌توانند حرکت کنند. تخم‌های این جانوران به لارو تبدیل می‌شوند و ضمن رشد با جریان آب آزادانه حرکت می‌کنند، تا این که خودشان را به صخره، زیر کشتی و یا یک وال بچسبانند و به جانور بالغ تبدیل شوند. بارناکل بالغ نمی‌تواند حرکت کند.







کریل ►
کریل‌ها از موهای بلند روی پاهایشان برای پالایش ذرات غذایی از آب دریا استفاده می‌کنند. بدنی نرم و چشم‌های بزرگ دارند، اجتماعی هستند و در دسته‌های بسیار بزرگ زندگی می‌کنند و در زنجیره‌ی غذایی دریا، نقش مهمی ایفا می‌کنند. وال‌های بالین فقط از کریل‌ها تغذیه می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ آناتومی جانوران ۲۹۲-۲۹۳ • حواس ۳۱۶-۳۱۷

حشرات

بدن حشرات از سه قسمت تشکیل شده است: سر، که چشم‌ها، شاخک‌های حسی و قطعات دهانی بر روی آن قرار دارند؛ سینه، که سه جفت پای بندبند و دو جفت بال به‌آن متصل است و شکم، که دستگاه گوارش و اندام‌های جنسی درون آن قرار دارند. بیش‌تر حشرات برای تبدیل از مرحله‌ی لاروی به شکل بالغ، تغییرات زیادی را پشت سر می‌گذارند.

حشرات
insects

گستره‌ی بال‌های سنجاقک‌دار نر ۹ سانتی‌متر است

چشم‌های مرکب بزرگ بر روی سر قرار گرفته‌اند

▼ نوزاد سنجاقک
بچه‌ی سنجاقک، که نیمف نامیده می‌شود، در زیر آب زندگی می‌کند و ضمن رشد، پوست‌اندازی می‌کند؛ یعنی پوست جانور شکافته می‌شود و یک پوست جدید و بزرگ‌تر شکل می‌گیرد. در هر بار پوست اندازی، نوزاد جانور به حشره‌ی بالغ شبیه‌تر می‌شود. در آخرین نوبت پوست اندازی، نیمف‌ها از آب خارج و به حشره‌ی بالغ تبدیل می‌شوند.

شکم دراز که از ده بخش تشکیل شده است

سنجاقک چالاک ◀
بدن باریک و دراز و بال‌های ظریف سنجاقک آن را به یکی از سریع‌ترین حشرات پرنده تبدیل کرده است. بال‌های جلویی و عقبی به تناوب حرکت و پرواز حشره را بسیار خوب تنظیم می‌کنند. سنجاقک‌ها چشم‌های مرکب بزرگی دارند که هر یک از حدود ۳۰۰۰۰ عدسی تشکیل شده است و می‌توانند شکار را از فاصله‌ی ۱۲ متری ببینند. پاهای حشره زنبیلی را برای گرفتن غذا به‌وجود می‌آورند.

پاهای چنگالمانند

پاهای بندبند، با سوزن‌هایی که غذا در بین آن‌ها گیر می‌کند

▼ دهان پروانه
پروانه از خرطوم فنری شکل دراز خود برای مکیدن شهد گل‌ها استفاده می‌کند. قطعه‌های دهانی حشرات بسیار متفاوتند. قطعه‌های دهانی مگس‌ها به‌شکل بالشتک اسفنجی است. خرمگس‌ها آرواره‌هایی شبیه قیچی و پشه‌ها خرطوم کوچک و تیز دارند.

بال سخت، محافظ بال‌های پروازی سنجاقک است

شاخک، به مجموعه‌ای از صفحه‌های پهن ختم می‌شود

شاخک به پروانه کمک می‌کند بوی گل‌ها را حس می‌کند

بال نرم پروازی، زمانی باز می‌شود که بال سخت به‌جلو حرکت می‌کند

شکم

خرطوم وقتی مورد استفاده نیست، پیچ می‌خورد

▲ بال‌های سخت و بال‌های نرم
سوسک طلایی دو جفت بال دارد ولی برای پرواز فقط از جفت بال عقبی استفاده می‌کند. بال‌های سخت شده‌ی جلویی الیترا نام دارند و وقتی از بال‌های عقبی استفاده نمی‌شود، آن‌ها را می‌پوشانند تا از آن‌ها حفاظت کنند. بعضی از حشرات ماهیچه‌هایی دارند که به‌طور مستقیم به بال‌ها چسبیده‌اند و بعضی دیگر بال‌هایشان را با تغییر شکل بدن به‌حرکت درمی‌آورند. تعداد کمی از حشرات، مثل سیلورفیش بال ندارند.

رده: حشرات

تعداد انواع حشرات پیش از هر نوع جانور دیگر است. حشرات بیش از یک میلیون گونه دارند. بیشتر آن‌ها در خشکی و یا درهوا زندگی می‌کنند؛ ولی تعدادی هم ساکن آب‌های شیرین هستند.



راسته: سنجاقک (سنجاقک‌ها)
ویژگی: دو جفت بال یک شکل و شکم دراز دارند. وقتی بالغ می‌شوند گوشت‌خوارند. برخی از سنجاقک‌ها با بال‌های باز و برخی دیگر با بال‌های بسته، استراحت می‌کنند.



راسته: راست بالان (ملخ‌ها، جیرجیرک‌ها)
ویژگی: بال‌های جلویی سفت و راست، شاخک‌های کوتاه و پاهای عقبی نیرومندی دارند که به کمک آن‌ها می‌جهند. قطعه‌های دهانی جونده دارند.



راسته: پولک بالان (پروانه‌ها، بیدها)
ویژگی: بال‌ها و بدن آن‌ها با پولک پوشیده شده است. خرطوم فنرمانند و شاخک دارند. پروانه‌ها شاخک‌هایی دارند که انتهای آن‌ها باتوم شکل است. پروانه‌ها روز پرواز و بیدها شب‌پروازند.



راسته: نیم بالان (ساس‌ها)
ویژگی: دو جفت بال و قطعات دهانی برجسته دارند که برای سوراخ کردن و مکیدن به‌کار می‌روند.



راسته: قاب بالان (سوسک‌ها)
ویژگی: بال‌های جلویی (الیترا) سفت است که بال‌های عقبی غشایی را می‌پوشانند و از آن‌ها حفاظت می‌کنند. می‌توانند خود را با فشار از شکاف‌های باریک عبور دهند.



راسته: دوبالان (مگس‌ها)
ویژگی: اغلب یک جفت بال پرواز دارند. برخی بدنی باریک و شاخک نخ مانند دارند و برخی دیگر بدنی بزرگ‌تر و شاخک کوتاه دارند.



راسته: نازک بالان (مورچه‌ها، زنبورهای عسل، زنبور معمولی، زنبور اره‌ای)
ویژگی: دو جفت بالا غشایی دارند که هنگام پرواز با قلاب‌های ریزی به‌هم متصل می‌شوند و بسیاری از آن‌ها کمر باریک دارند.



نیز نگاه کنید به ◀◀ گرده افشانی ۲۶۶-۲۶۷ ● چرخه‌های حیات ۳۰۵ ● حواس ۳۱۶-۳۱۷ ● جمعیت‌ها ۳۲۴

عنکبوتیان

عنکبوت‌ها، عقرب‌ها، کنه‌ها و هیره‌ها بدن دوبخشی و چهار جفت پا دارند، آن‌ها با استفاده از شش‌های کتابی (شبیه صفحه‌های یک کتاب باز) که در شکم جانور قرار دارند، تنفس می‌کنند. به بخش جلویی بدن، که سرسینه نام دارد، پاها و دو جفت قطعه‌ی دهانی متصلند. قطعات دهانی آن‌ها به‌شکل نیش است که یا شبیه گازانبر است و یا دندان دارند. پاهای آرواره‌ای که شبیه پا و یا چنگالند. اغلب عنکبوتیان روی خشکی و برخی در آب زندگی می‌کنند.

رده: عنکبوتیان

بیش‌تر عنکبوتیان شکارچی هستند ولی برخی لاشه‌خوارند، تعدادی از کنه‌ها هم انگل هستند (در بدن جانوران دیگر زندگی و از آن‌ها تغذیه می‌کنند). ۷۵/۵۰۰ گونه‌ی عنکبوتیان در قالب ۱۲ راسته وجود دارند که سه راسته‌ی مهم آن در زیر معرفی می‌شوند.



راسته: عقرب‌سانان (عقرب‌ها)
ویژگی: شکارچی‌اند، دم آن‌ها به نیش مجهز است. پاهای آرواره‌ای بزرگ شبیه چنگال دارند. زنده‌زا هستند و ماده‌ها بچّه‌ها را بر پشت خود حمل می‌کنند.

راسته: کنه‌سانان (هیره‌ها، کنه‌ها)
ویژگی: بدن آن‌ها بخش‌های مشخصی ندارد. بسیاری از آن‌ها آفت و انگل هستند.

راسته: آرانئا (عنکبوت‌ها)
ویژگی: اغلب آن‌ها هشت پا دارند و می‌توانند تار تولید کنند.

رتیل پاقرمز مکزیکی ◄
رتیل پاقرمز مکزیکی با چنگال خود به شکاری که به لانه‌ی آن نزدیک می‌شود، حمله می‌کند. مثل بیش‌تر انواع عنکبوت‌ها، رتیل شکار خود را با سمی که از نیش خود به‌آن تزریق می‌کند، فلج می‌کند و می‌کشد. سم، گوشت شکار را تجزیه می‌کند و جانور می‌تواند آن را مثل مایع بمکد ـ عنکبوت‌ها گوشتخوارند و معمولاً حشره می‌خورند.

پاهای آرواره‌ای، که برای گرفتن و تکه تکه کردن غذا به‌کار می‌روند



نیش، یا دندان‌های تیز که به بدن شکار سم تزریق می‌کند

سرسینه، که چهار پا و دو جفت قطعه‌ی دهانی به‌آن متصل است

شکم، که با مو پوشیده است. با سیخ شدن موها دشمن فریب می‌خورد و دور می‌شود



پاهای بندبند، که در محل مفصل موهای قرمز دارند

غده‌های تارریس، که تار تولید می‌کنند



▲ کنه‌ی گوسفند
وقتی کنه با قطعات دهانی سوراخ‌کننده و مکنده‌ی خود خون می‌مکد، شکم نرم و انعطاف‌پذیر آن می‌تواند تا ده برابر اندازه‌ی طبیعی بزرگ شود. هنگام مکیدن خون، کنه محکم به‌بدن گوسفند می‌چسبد و بعد به‌زمین می‌افتد و وقتی به غذا نیاز داشته باشد، دوباره خود را به جانور در حال عبور دیگری می‌چسباند.

▼ عنکبوت در حال تنیدن تار
غده‌های تارریس عنکبوت تار ابریشمی مایع تولید می‌کنند که در مجاورت هوا سخت می‌شود. بسیاری از عنکبوت‌ها برای شکار کردن با تار تله درست می‌کنند. وقتی جانوری در شبکه‌ی تارهای عنکبوت گرفتار می‌شود، عنکبوت آن را در تار می‌پیچد و با زهر خود آن را می‌کشد. تار عنکبوت محکم‌ترین ماده‌ی شناخته شده است. شبکه‌ای از رشته‌های تار به قطر یک مداد، آن قدر محکم است که می‌تواند هواپیمای در حال پرواز را متوقف کند.



نیش عقرب، بر روی دم بزرگ آن قرار دارد

بچه‌های نحیف، محکم به پشت مادر چسبیده‌اند

پای آرواره‌ای، به‌شکل چنگال بزرگ

◄ عقرب مهربان
عقرب امپراتور یکی از عنکبوتیان است که از فرزندانش مراقبت می‌کند. عقرب ماده تا حدود سی بچه را تا زمانی که برای دومین بار پوست‌اندازی کنند (یعنی پوسته‌ی بزرگ‌تر و جدید آن‌ها رشد کند)، بر پشت خود حمل می‌کند. این عقرب پوسته‌ای سخت و سیاه، چنگال‌های بزرگ و نیش سمی دارد.



نیز نگاه کنید به ◄◄ آناتومی جانوران ۲۹۲-۲۹۳ ● تغذیه ۳۱۲-۳۱۳

نرم‌تنان

حلزون‌ها، لیسه‌ها، صدف‌های خوراکی، اسکوئید، هشت‌پاها و نرم‌تن مرکب، بسیار متفاوت به‌نظر می‌رسند ولی همه از نرم‌تنان هستند. همه‌ی آن‌ها زبانی نواری شکل به‌نام سوهانک دارند که هزاران دندانه (دندان‌های ریز) روی آن را پوشانده‌اند. بسیاری از آن‌ها پوسته‌ای از جنس کربنات کلسیم دارند. اغلب آن‌ها در آب زندگی می‌کنند ولی حلزون‌ها و لیسه‌ها بر روی خشکی زندگی می‌کنند.



▲ **حلزون غول‌پیکر**
حلزون خشکی آفریقایی ممکن است تا ۳۰ سانتی متر درازا داشته باشد. این جانور مثل همه‌ی حلزون‌ها صدفی پیچ‌خورده بر پشت خود دارد که وقتی در معرض خطر قرار می‌گیرد، بخش‌های نرم بدن به داخل صدف کشیده می‌شوند. این جانور با پای بزرگ ماهیچه‌ای بر روی ماده‌ای لعابی که خود ترشح می‌کند و موجب لغزندگی مسیر می‌شود، به‌آهستگی حرکت می‌کند. دهان جانور در زیر سر آن قرار دارد و سوهانک پوشیده شده از دندانه‌های ریز در داخل آن قرار می‌گیرد.



▲ **هشت‌پای باهوش**
هشت‌پای حلقه آبی، نرم‌تنی است که صدف ندارد و مغز حجیم و چشم‌های بزرگی دارد. این جانور هشت بازوی خود را برای چسبیدن و خزیدن به‌کار می‌برد ولی با خروج آب از بدنش به‌سرعت حرکت می‌کند.

شاخه: نرم‌تنان

نرم‌تنان بدن یکپارچه دارند که معمولاً با صدف محافظت می‌شود. بیش از ۵۰۰۰۰ گونه را تشکیل می‌دهند که در هفت رده قرار گرفته‌اند و مشهورترین آن‌ها در زیر معرفی می‌شوند.


رده: دو کفه‌ای‌ها (کلام‌ها، موسل‌ها، اویسترها، اسکالوپ‌ها)
ویژگی: صدف از دو بخش متقارن که با لولا به یکدیگر متصلند، تشکیل شده است.


رده: پلی پلاکوفورا (کیتون‌ها)
ویژگی: صدف از چند صفحه تشکیل شده است که با یکدیگر هم‌پوشانی دارند.


رده: شکم‌پایان (حلزون‌ها و لیسه‌ها)
ویژگی: پای مکنده و اغلب آن‌ها صدف حلقوی دارند.


رده: ناوپایان(صدف خرطومی‌ها، صدف تیغی‌ها)
ویژگی: صدف لوله‌ای دراز دارند. در گل ولای زندگی می‌کنند.


رده: سرپایان (ناتیلوس‌ها، اسکوئید، هشت‌پا)
ویژگی: شاخک (یا بازو) و بادکش.

نرم تنان
shell

خارپوستان

خارپوستان بدنی پوشیده از خار دارند که معمولاً به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌شود. این جانوران بر روی صدها پای لوله‌ای که از آب پر می‌شوند، حرکت می‌کنند. اگر بخشی از بدن خارپوستان جدا شود آن‌ها می‌توانند آن را ترمیم کنند. اسکلت آن‌ها صفحه‌هایی از جنس کربنات کلسیم است.

صفحه‌های کربنات کلسیم، بدن ستاره‌ی دریایی را می‌پوشانند

◄ **ستاره‌ی دریایی پادراز**
ستاره‌ی دریایی با کشیدن خود در امتداد پاهای مکنده‌ی لوله‌ای شکل زیر بازوهایش حرکت می‌کند. این پاهای قوی همچنین به ستاره‌ی دریایی توان باز کردن صدف نرم‌تنانی چون موسل‌ها و اویسترها را می‌دهد و وقتی ماهیچه‌های نرم‌تنان سست و صدف آن‌ها باز می‌شود، ستاره‌ی دریایی شکم خود را از دهانش خارج می‌کند و به‌درون صدف می‌فرستد تا نرم تن را هضم کند.

خارپوستان
echinoderms

پاهای لوله‌ای، به شاخک‌های پرمانند تبدیل شده‌اند

◄ **خیار دریایی**
پاهای لوله‌ای خیار دریایی دور دهان جانور مجتمع شده‌اند و به کمک آن‌ها غذا را از میان شن‌ها پالایش می‌کند. اگر جانور مورد حمله قرار گیرد، معده‌ی خود و بخش‌های ترمیم پذیر را بیرون می‌فرستد تا شکارچی آن‌ها را بگیرد. خیار دریایی بعداً این بخش‌ها را ترمیم می‌کند.



▲ **توتیای سوزنی**
سطح اسکلت سخت توتیا را سوزن‌های تیز پوشانده‌اند و از آن محافظت می‌کنند. پاهای لوله‌ای در میان سوزن‌ها و در سطح بدن جانور پخش شده‌اند. توتیا با استفاده از آرواره‌های تیزی که در زیر بدنش قرار دارند، از جلبک‌ها و جانوران کوچک تغذیه می‌کند.

شاخه: خارپوستان

بیش‌تر خارپوستان متحرکند، به استثنای لاله‌های دریایی که حرکت ندارند. این جانوران در آبسنگ‌ها، ساحل و بستر دریا زندگی می‌کنند و حدود ۶۰۰۰ گونه را تشکیل می‌دهند.


رده: آستروئیده (ستاره‌های دریایی)
ویژگی: دهان مرکزی در زیر سطح بدن دارند که با بازوهایی معمولا پنج‌تایی احاطه شده است.


رده: اکینوئیده (توتیاهای دریایی)
ویژگی: اسکلت کروی دارند که با سوزن پوشیده شده است.


رده: کرینوئیده (ستاره‌های پرمانند، سوسن‌های دریایی)
ویژگی: دهان در بالای بدن قرار دارد و از پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند.


رده: هولوتوروئیده (خیارهای دریایی)
ویژگی: بدن‌هایشان شبیه سوسیس است و شاخک‌هایی در اطراف دهان دارند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ ارتباط ۳۱۸-۳۱۹ ● دفاع ۳۲۰-۳۲۱

ماهی‌ها

ماهی‌ها جانوران آبزی هستند که حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند. ماهی‌ها اولین جانورانی بودند که اسکلت داخلی داشتند. بدن اغلب ماهی‌ها از پولک پوشیده شده است و برای شنا کردن باله و دم دارند. آن‌ها با استفاده از آبشش تنفس می‌کنند و اکسیژن لازم را از آب می‌گیرند. البته معدودی از آن‌ها، مثل ماهی شش‌دار، می‌توانند در هوا زنده بمانند. چهار رده‌ی ماهی‌ها، یعنی ماهی‌های بدون آرواره، کوسه ماهی‌ها، ماهی‌های شش‌دار و ماهی‌های استخوانی، ویژگی‌های مشترکی دارند ولی فقط خویشاوندان دور هستند.

ماهی‌ها

اصطلاح ماهی گروه‌بندی غیر رسمی جانوران آبزی کورداتا (با ستون مهره‌ی پشتی) است. آن‌ها اکتوترمی (خون سرد) اند و با استفاده از باله حرکت می‌کنند. حدود ۲۵۰۰۰ گونه ماهی وجود دارد.

رده: دهان گردان (ماهی‌های بدون آرواره)
ویژگی: دهانی مکنده مانند و نوتوکورد (طناب پشتی) دارند.

رده: ماهی‌های غضروفی (کوسه ماهی‌ها، اسکیت‌ها و سفره‌ماهی‌ها)
ویژگی: اسکلت غضروفی و پولک‌هایی دندان مانند دارند.

رده: ماهی‌های استخوانی
ویژگی: اسکلت استخوانی، باله‌های انعطاف‌پذیر و کیسه‌ی شنا دارند.

رده: ماهی‌های شش‌دار
ویژگی: شش و سوراخ‌های بینی داخلی دارند.



◄ شناگر استخوانی

ماهی‌های استخوانی شناگرهای خوبی هستند. ماهیچه‌های آن‌ها که میوتوم نام دارند، هنگام حرکت ماهی به‌نوبت منقبض می‌شوند. باله‌ی دمی نیروی لازم برای جلو راندن ماهی را فراهم می‌آورد، در حالی که باله‌های دیگر به ماهی کمک می‌کنند تا موقعیت و جهت حرکت خود را تغییر دهد. خط کناری، که پایانه‌های عصبی در پهلوهای بدن ماهی است، هر جنبشی را در آب تشخیص می‌دهد. کیسه‌ی شنا حاوی مقدار مناسب هواست تا ماهی نه به عمق آب فرو رود و نه روی سطح آن شناور بماند.



حلقه‌ی دندان‌ها در بدن ماهی‌های دیگر فرو می‌رود تا لامپری بتواند خون آن‌ها را بمکد

▲ لامپری (مارماهی مکنده لب) بی‌آرواره

مارماهی بی آرواره‌ی دریایی به‌جای دهان یک مکنده‌ی گرد دارد. دور لبه‌ی مکنده، ردیفی از دندان‌های کوچک قرار دارند و دندان‌های بزرگ‌تری نیز سوراخ دهان را احاطه کرده‌اند. لامپری خون را با زبان زبر خود می‌مکد. لامپری‌ها آرواره و پولک ندارند و اسکلت داخلی آن‌ها میله‌ای سخت شده به‌نام نوتوکورد (طناب پشتی) است.



▼ تغذیه از طریق پالایش

سفره ماهی مانتا ظاهری عجیب دارد امّا جانوری بی‌آزار است که از طریق پالایش تغذیه می‌کند. بخش‌های پهن و بزرگ در هر طرف سر آن، آب را به‌سوی دهان هدایت می‌کنند و آبشش‌ها، پلانکتون‌های جانوری و ماهی‌های کوچک را برای بلعیدن، پالایش می‌کنند. جانور با ضربه‌هایی که باله‌های سینه‌ای سه‌گوش نیرومندش به آب می‌زنند حرکت می‌کند. هنگام احساس خطر، جانور می‌تواند به‌طور ناگهانی و به‌سرعت حرکت کند و از آب به‌بیرون بجهد.

این **بخش‌ها** آب را به‌سوی بدن هدایت می‌کنند

باله‌های بزرگ سینه‌ای

باله‌ی نازک بلند

◄ ماهی شش‌دار آفریقایی

ماهی شش‌دار آفریقایی، آبشش ندارد. این جانور در آب‌های راکد زندگی و با شش‌هایش تنفس می‌کند. ماهی شش‌دار آفریقایی در فصل خشک با فرو رفتن در گل و ساختن پیله‌ای به‌دور خود، به حالت رکود باقی می‌ماند تا وقتی که باران دوباره آبگیر را پر آب کند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ آناتومی جانوران ۲۹۲-۲۹۳ • حرکت ۳۱۴-۳۱۵ • دفاع ۳۲۰-۳۲۱

دوزیستان

دوزیستان معمولاً زندگی خود را در آب آغاز می‌کنند ولی بعد با تغییراتی که پیدا می‌کنند، می‌توانند در خشکی زندگی کنند. اغلب آن‌ها برای تولید مثل به داخل آب برمی‌گردند. چرخه‌ی زندگی آن‌ها، متشکل از سه مرحله‌ی تخم، لارو و جانور بالغ را دگردیسی می‌گویند. دوزیستان جانورانِ خون‌سرد (اکتوترمی) هستند که اسکلت استخوانی داخلی دارند. این جانوران شش‌های کوچکی دارند و از طریق پوست صاف خود نیز می‌توانند تنفس کنند. به‌همین علت پوست آن‌ها باید همیشه مرطوب باشد.

دوزیستان

دوزیستان از طریق پوست خود آب از دست می‌دهند. بر روی پوست آن‌ها پولک‌های محافظت کننده وجود ندارد. اغلب آن‌ها در مکان‌های مرطوب زندگی می‌کنند. این جانوران ۵۰۰۰ گونه را در قالب سه راسته تشکیل می‌دهند.



رده: دوزیستان بی‌دست و پا (سیسیلیان‌ها)
ویژگی: دست و پا ندارند، شبیه کرم هستند و بینایی ضعیفی دارند.



رده: دوزیستان بدون‌دم (قورباغه‌ها، وزغ‌ها)
ویژگی: سر پهن و پاهای عقبی نیرومند دارند، دم ندارند.



رده: دوزیستان دم‌دار (سمندر، سمندر آبی)
ویژگی: دم بلند و حس بویایی قوی دارند. لارو آن‌ها گوشت‌خوار است.

قورباغه‌ی مرطوب ◄
یک قورباغه همیشه مرطوب به‌نظر می‌رسد زیرا غده‌هایی در پوست دارد که برای مرطوب ماندنش مخاط ترشح می‌کنند. در نتیجه، قورباغه می‌تواند اکسیژن را از طریق پوست خود به‌درون جریان خون جذب کند. قورباغه‌ها تنها دوزیستانی هستند که می‌توانند بجهند. برخی از آن‌ها پاهای پرده‌دار دارند و می‌توانند به‌خوبی شنا کنند. این جانوران معمولاً در خشکی زندگی می‌کنند و با زبان دراز و چسبناک خود کرم‌ها و حشرات را شکار می‌کنند.

چشم‌ها، به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که وقتی قورباغه شنا می‌کند، می‌تواند اطراف خود را ببیند

رنگ پوست، قورباغه را استتار می‌کند تا جایی که به‌سختی می‌توان آن را دید

پرده‌ی بزرگ گوش، نشانه‌ی حس شنوایی دقیق قورباغه است

پای جلویی خمیده، ضربه‌ی هنگام فرود را جذب می‌کند

پای عقبی نیرومند، به قورباغه امکان می‌دهد که جهش‌های طولانی داشته باشد

◄ تخم قورباغه
قورباغه‌ها در آب تخم‌ریزی می‌کنند زیرا تخم‌ها پوسته ندارند تا از خشک شدن آن‌ها جلوگیری کند. بچه قورباغه‌ها از تخم بیرون می‌آیند و پس از دوازده هفته به قورباغه‌ی بالغ تبدیل می‌شوند. در ابتدا بچه قورباغه‌ها مثل ماهی‌ها با آبشش تنفس می‌کنند ولی بعد شش جای آبشش را می‌گیرد. پاهای عقبی و جلویی و سر بچه قورباغه‌ها رشد می‌کند و سرانجام دم آن‌ها ناپدید می‌شود.



▼ کرم پنهان
سیسیلیان بدنی دراز و باریک دارد و فاقد دست و پاست. بینایی آن ضعیف است و با حس بویایی قوی خود غذا را جستجو می‌کند. یک شاخک کوچک در زیر هر چشم اطلاعات شیمیایی را دریافت می‌کند و جانور، از این اطلاعات برای شکار کرم‌های خاکی استفاده می‌کند. دیدن این جانوران دشوار است زیرا معمولاً درون خاک زندگی می‌کنند.





◄ سمندر آتشی
نوارهای درخشان روی بدن سمندر آتشی به جانوران شکارچی می‌گوید که مزه‌ی آن ناخوشایند است. سمندر آتشی مثل بسیاری از سمندرها، همه‌ی عمر پس از بلوغ خود را در روی خشکی می‌گذراند. اما سمندرهای آبی همیشه برای تولید مثل به آب باز می‌گردند. این جانوران گوشتخوارند و بدنی باریک با دم دراز و چهار دست و پای تقریباً یک اندازه دارند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ جفت طلبی ۳۰۶-۳۰۷ ● دفاع ۳۲۰-۳۲۱ ● چرخه‌های رفتاری ۳۲۲-۳۲۳

خزندگان

خزندگان جانورانی خون‌سرد (اکتوترمی) هستند. آن‌ها نمی‌توانند برای گرم نگه داشتن بدن خود گرما تولید کنند و برای حفظ دمای بدن باید در آفتاب قرار گیرند. پولک‌های سخت و خشکی که بدن آن‌ها را می‌پوشاند از هدر رفتن بیش از اندازه‌ی آب جلوگیری و از بدن آن‌ها در مقابل آسیب حفاظت می‌کنند. خزندگان پادار در هنگام حرکت پاهایشان باز و دور از مرکز بدن است زیرا اندام‌های حرکتی آن‌ها به پهلوی بدنشان متصل هستند؛ برخلاف پرندگان و پستانداران که اندام‌های حرکتی در آن‌ها در زیر بدن قرار گرفته‌اند.

▼ ایگوانای سبز

این سوسمار بزرگ روی درختان زندگی می‌کند. پولک‌های سبزی که بدن آن را پوشانده‌اند جانور را در بین برگ‌ها استتار می‌کنند و انگشتان بلند و چنگال‌دار دست‌وپا به آن کمک می‌کند تا به‌خوبی از درخت بالا برود. اگر جانور مورد حمله قرار گیرد، از دم بلند خود به‌صورت یک تازیانه استفاده می‌کند. ایگواناهای جوان می‌توانند دم خود را بیندازند و بخش از دست‌رفته را ترمیم کنند.

خزندگان
reptiles

تیغه‌ای از پولک‌های تغییر شکل یافته، در سراسر پشت جانور امتداد می‌یابد

سر، با سوراخ‌های بینی و چشم‌های خوب پیشرفته

رنگ سبز، به هماهنگ شدن با رنگ‌های محیط کمک می‌کند

دم بلند، و تازیانه مانند برای دفاع به کار می‌رود

غبغب ایگوانای نر برای خودنمایی باد می‌شود

انگشت‌های بلند پا، هنگام بالا رفتن امکان چسبیدن به‌درخت را فراهم می‌آورند

پولک‌ها، کوچک هستند که ویژگی خاص پوست سوسمار است

پای عقبی، زاویه‌ی ۹۰ درجه با بدن می‌سازد و موجب می‌شود که در هنگام راه رفتن فاصله‌ی پاها از یکدیگر بیش از معمول به‌نظر برسد

رده: خزندگان

خزندگان پوست سختی دارند که با پولک‌هایی از جنس کراتین پوشانده شده است. آن‌ها معمولاً روی زمین تخم‌گذاری می‌کنند و تخم‌هایشان پوسته‌ی نرم دارند. تقریباً ۸۰۰۰ گونه خزنده وجود دارد.

راسته: اسکواماتا (مارمولک‌ها، مارها)
ویژگی: بیش‌تر مارمولک‌ها پلک چشم دارند ولی مارها فاقد آن هستند.

راسته: کروکودویل‌ها (کروکوردیل‌ها، تمساح‌ها)
ویژگی: دندان‌های تیزی دارند و نیمی از عمر خود را در آب می‌گذرانند.

راسته: لاک‌پشت‌ها (لاک‌پشت‌های خشکی و آبی)
ویژگی: لاک خارجی سختی دارند. با آرواره‌های تیز خود غذا را می‌برند.



نیش سمی ◄

مار زنگی شکار خود را گاز می‌گیرد و از طریق دندان‌های بلند خود سم را به‌بدن آن تزریق می‌کند. وقتی جانور از نیش‌ها استفاده نمی‌کند، آن‌ها در مقابل سقف دهان خم می‌شوند و وقتی دهان جانور باز می‌شود، دندان‌ها به‌طور خودکار رو به پایین قرار می‌گیرند. دو فرورفتگی حساس به دما که بین چشم‌ها و بینی جانور قرار دارد به پیدا کردن محل شکار کمک می‌کند.



درازای بدن اژدهای کومودوی بالغ تا سه متر هم می‌رسد

اژدهای کومودو ◄

اژدهای کومودو بزرگ‌ترین سوسمار روی زمین است که فقط در تعدادی از جزیره‌های اندونزی زندگی می‌کند. این جانور از حس بویایی فوق‌العاده‌ی خود برای جستجوی شکار استفاده می‌کند. برخلاف پستانداران، خزندگان نمی‌توانند غذا را بجوند. اژدهای کومودو تکه‌های بزرگ گوشت را با دندان‌های کنگره‌دار خود پاره‌پاره می‌کند و می‌بلعد.



► بیرون آمدن از تخم

لاک پشت پلنگی، مثل همه‌ی خزندگان، پس از رشد و نمو کامل از تخم خارج می‌شود و باید بتواند بلافاصله از خود دفاع کند. در برخی خزندگان جنسیت به دمای تخم‌ها در زمان رشد و نمو جنینی بستگی دارد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ جفت طلبی ۳۰۶-۳۰۷ • رشد ۳۱۰-۳۱۱ • تغذیه ۳۱۲-۳۱۳ • چرخه‌های رفتاری ۳۲۲-۳۲۳

پرندگان

پرندگان جانوران خون‌گرم (اندوترمی) هستند که پر، منقار و روی پاهایشان فلس دارند. تخم‌گذارند و معمولاً تا خروج جوجه‌ها از تخم، آن‌ها را گرم نگه می‌دارند. اغلب پرندگان توانایی پرواز دارند و بال‌های نیرومند و استخوان‌های سبک و قوی دارند. پرواز برای پرندگان امکان اجتماع کردن در زیستگاه‌های مختلف سراسر جهان، مثل جزیره‌های دور دست و مناطق قطبی، را فراهم آورده است.

رده: پرندگان

۹/۰۰۰ گونه پرنده در قالب ۲۹ راسته وجود دارند. همه‌ی آن‌ها تخم‌گذارند و تخم‌هایشان را پوسته‌ای سبک و محکم از جنس کربنات کلسیم محافظت می‌کند. پرندگان برای بقای جوجه‌هایشان تلاش زیادی می‌کنند.



راسته: گنجشک‌سانان (پرندگان شاخه‌نشین)
ویژگی: دارای پنجه‌های نگه دارنده‌اند و از آواز دلنشین برخوردارند.



راسته: شاهین‌سانان (پرندگان شکارچی)
ویژگی: منقار قلاب‌مانند، بینایی دقیق و چنگال خمیده دارند.



راسته: دارکوب‌سانان (دارکوب‌ها و توکان‌ها)
ویژگی: دو انگشت پا رو به جلو و دو انگشت آن رو به عقب است. منقار بلند و نوک تیز دارند و سر آن‌ها می‌تواند ضربه‌های شدید را تحمل کند.



راسته: اردک‌سانان (مرغان آبی)
ویژگی: منقار پهن و پرده‌ی محکمی بین انگشت‌های پاها دارند.



راسته: باد خورک‌سانان (مگس‌مرغ‌ها، بادخورک‌ها)
ویژگی: از شهد گل‌ها تغذیه می‌کنند. هنگام پرواز عملیات آکروباتیک انجام می‌دهند. به‌سرعت بال می‌زنند. می‌توانند در هوا در جا ثابت بمانند.



راسته: کبوترسانان (کبوترها، قمری‌ها)
ویژگی: گروه تشکیل می‌دهند، منقار کوچک دارند، هنگام راه رفتن سر آن‌ها به‌سرعت تکان می‌خورد.



راسته: آبچلیک‌ها (پرندگان ساحلی، کاکایی‌ها و آوک‌ها)
ویژگی: اغلب آن‌ها پروازگرانی نیرومند هستند و درآب و یا در کنار آن تغذیه می‌کنند.



راسته: ماکیان‌سانان (مرغ خانگی، بوقلمون، بلدرچین)
ویژگی: عمدتا بر روی زمین ساکنند، بال‌های کوتاه و پهن دارند.



▶ **فرود شاهین**
یک پرنده‌ی شکارچی، مثل این شاهین دم‌قرمز، جانوران کوچک را شکار می‌کند. این پرنده با بینایی فوق‌العاده‌اش می‌تواند در حال پرواز، جانوران را بر روی زمین پیدا کند. برخی از پرنده‌های شکاری پیش از شیرجه رفتن برای شکار در جا بال می‌زنند. این شاهین در حال فرود آمدن است. پرهای بال و دم آن به‌شکل بادبزن از هم باز شده‌اند تا سرعت پرنده را کم کنند.





▲ **استخوان‌های توخالی**
استخوان‌های پرندگان معمولاً توخالی و فاقد مغز استخوانند. تیغه‌های محافظت کننده، استخوان‌ها را تقویت می‌کنند تا در هنگام پرواز نشکنند. درون محفظه‌های خالی برخی از استخوان‌ها، کیسه‌های هوا قرار دارد که به شش‌های پرنده متصلند. این کیسه‌های هوای اضافی و در هنگام پرواز، اکسیژن مورد نیاز را به‌آسانی و به‌سرعت در اختیار پرنده قرار می‌دهند.



▲ **ماهی‌گیری**
ماهی‌خورک اروپایی ـ آسیایی در شیرجه زدن برای ماهیگیری مهارت دارد. پرنده بال‌هایش را به‌پشت خم می‌کند تا وارد آب شود، ماهی را با منقار نوک تیزش می‌گیرد و برای برگشتن به‌سطح آب با بال‌هایش به‌سمت پایین نیرو وارد می‌کند. ماهی‌خورک در زیر آب بهتر از پرندگان دیگر می‌بینند زیرا یک غشای شفاف روی چشم‌هایش را می‌پوشاند و از آن‌ها حفاظت می‌کند. ماهی‌خورک اروپایی ـ آسیایی از ماهی تغذیه می‌کند ولی اغلب خویشاوندانش حشره خوارند.



▶ **پرندگانی که نمی‌توانند پرواز کنند**
برخی از پرندگان نمی‌توانند پرواز کنند. شترمرغ هنگام خطر می‌تواند با سرعتی بیش‌تر از جانور مهاجم بدود. در نتیجه، برای فرار نیازی به پرواز ندارد. کیوی در نیوزیلند شکارچی طبیعی ندارد، در نتیجه با زندگی بر روی زمین سازگار شده است. پنگوئن‌ها در دریا زندگی می‌کنند و به جای پرواز، شنا می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ جفت‌طلبی ۳۰۶-۳۰۷ ● تولید مثل ۳۰۸-۳۰۹ ● رشد ۳۱۰-۳۱۱ ● دفاع ۳۲۰-۳۲۱

پستانداران

همه‌ی پستانداران خون‌گرم (اندوترمی) اند، روی بدن خود خز یا مو دارند و به بچه‌هایشان شیر می‌دهند. این جانوران اسکلت استخوانی با ستون مهره‌ی پشتی دارند و آرواره‌های پایینی آن‌ها از یک استخوان تشکیل شده است که به‌طور مستقیم به جمجمه مفصل می‌شود. پستانداران با شش تنفس می‌کنند. تعداد کمی از آن‌ها تخم‌گذارند و برخی از آن‌ها بچه‌های خود را در کیسه‌هایشان حمل می‌کنند؛ امّا اغلب آن‌ها جفت‌دار و زنده‌زا هستند. پستانداران در همه‌جا، روی خشکی، در هوا و در آب، یافت می‌شوند.

رده: پستانداران

پستانداران حدود ۴۵۰۰ گونه و در مجموع ۲۱ راسته را تشکیل می‌دهند که برخی از آن‌ها معرفی می‌شوند



راسته: پستانداران تخم‌گذار(پلاتی‌پوس منقار اردکی، اکیدنه)
ویژگی: تخم‌گذارند، پاهای کوتاه، سر کوچک و چشم‌های بسیار ریز دارند.



راسته: پستانداران کیسه‌دار(کانگورو)
ویژگی: بچه‌های آن‌ها به‌صورت نارس به‌دنیا می‌آیند و در کیسه‌های مادر نگه‌داری می‌شوند.



راسته: پستانداران فرد سم(اسب،کرگدن)
ویژگی: انگشت وسط پا وزن بدن را تحمل می‌کند



راسته: سگ‌سانان(پستانداران گوشتخوار)
ویژگی: دندان‌های آسیاب تیز برای بریدن گوشت دارند.



رده: پستانداران آبزی (وال‌ها، دلفین‌ها و پروپوئیزها)
ویژگی: برای شنا کردن دم خود را به بالا و پایین حرکت می‌دهند.



رده: پریمات‌ها (لمورها، میمون‌ها، انسان)
ویژگی: مغز بزرگ دارند، چشم‌های آن‌ها در جلوی صورت قرار دارند.



رده: جوندگان (سنجاب‌ها، موش‌ها)
ویژگی: دندان‌های نیش رشد مداوم دارند. در اغلب آن‌ها حس شنوایی و بویایی قوی است.



خز قهوه‌ای ضخیم و پرپشت است

ماهیچه‌های شانه، نیرومند هستند و برای کندن زمین به‌کار می‌روند

وقتی خرس قهوه‌ای **احساس خطر** می‌کند بر روی پاهای عقب بلند می‌شود

پنجه‌های نیرومند که برای کندن زمین، تکه تکه کردن غذا و بالا رفتن به کار می‌روند

▲ خرس قهوه‌ای
خرس قهوه‌ای همه چیزخوار است و از گیاهان و جانوران تغذیه می‌کند. جانور بر روی چهار دست و پا و با قرار دادن پاشنه‌ی پا بر روی زمین حرکت می‌کند. خرس قهوه‌ای پستانداری جفت دار است؛ یعنی بچه آن‌ها درون بدن جانور ماده رشد و نمو می‌کند. بچه خرس‌ها هنگام تولد شبیه جانور بالغ ولی ناتوان هستند و باید حداقل تا دو سال با مادرشان زندگی کنند.



پلاتی‌پوس غواص ◄
پلاتی‌پوس منقار اردکی، هنگام غواصی چشم‌ها، گوش‌ها و بینی خود را می‌بندد و برای پیدا کردن راه خود از گیرنده‌های حسی اطراف منقارش استفاده می‌کند. پلاتی‌پوس تخم‌گذار است. وقتی نوزادان از تخم خارج می‌شوند از منافذ غده‌های شیری مادر شیر می‌خورند چون مادر نوک پستان ندارد. این جانور در استرالیا و تاسمانی و در کنار رودخانه‌ها زندگی می‌کنند.

پستانداران
mammals



انگشت شست، چنگال مانند

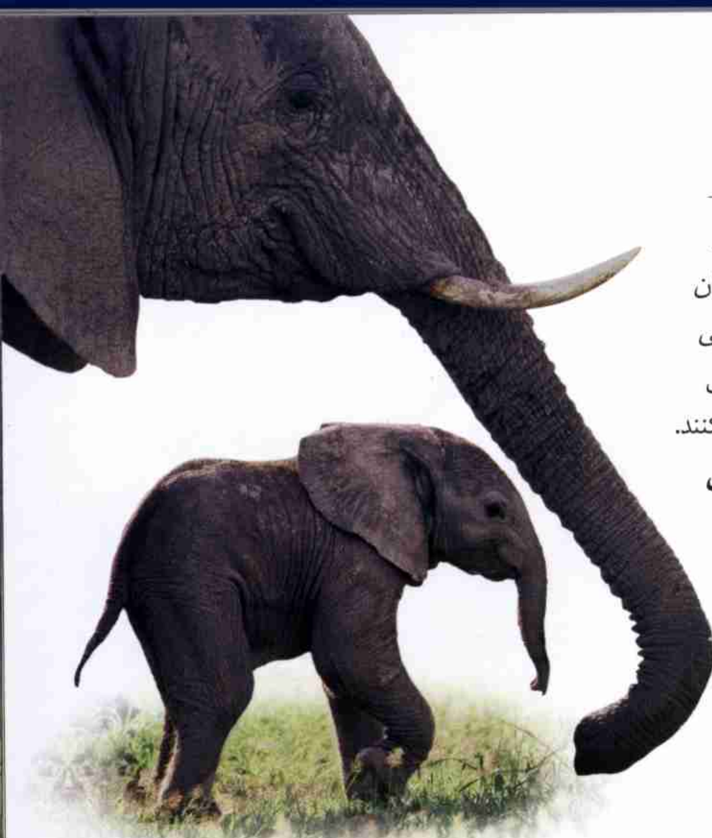
بال غشایی، (پوستی) بزرگ برای پرواز سریع

▲ خفاش
خفاش‌ها تنها پستاندرانی هستند که می‌توانند پرواز کنند. بال پرنده تمامی اندام حرکتی جلویی آن را تشکیل می‌دهد؛ درحالی که بال غشایی پروازی خفاش‌ها بین انگشت‌های دراز آن‌ها کشیده شده است. بیش‌تر خفاش‌ها در شب تغذیه می‌کنند و هنگام روز اغلب آن‌ها در گروه‌های بزرگ به استراحت می‌پردازند



▲ دلفین جهنده
دلفین‌ها، مثل وال‌ها، همه‌ی عمر خود را در آب می‌گذرانند. البته برای تنفس هوا با شش‌هایشان، باید به‌سطح آب بیایند. ذخیره چربی بدنشان آن‌ها را در آب‌های سرد، گرم نگه می‌دارد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ تولید مثل ۳۰۸-۳۰۹ • اجتماعات زیستی ۳۱۰-۳۱۱



چرخه‌های زندگی

چرخه‌ی زندگی یک جانور شامل همه‌ی مراحل زندگی، از آغاز زندگی یک نسل تا آغاز زندگی نسل بعدی آن جانور است. چرخه‌ی زندگی بسیاری از حشرات از وقتی که نوزادان آن‌ها بالغ شوند و تولید مثل کنند فقط در حدود چند هفته طول می‌کشد. چرخه‌ی زندگی جانوران بزرگ‌تر ممکن است سال‌ها طول بکشد. بعضی جانوران فقط یک بار تولید مثل می‌کنند و سپس می‌میرند و بسیاری از آن‌ها پس از بلوغ به‌طور دوره‌ای تولید مثل می‌کنند. برخی از جانوران در چرخه‌ی زندگی خود تغییر شکل می‌یابند، به این پدیده **دگردیسی** می‌گویند و طی آن نوزاد جانور به‌تدریج و یا به‌طور مستقیم و به یکباره به جانور بزرگسال تبدیل می‌شود.



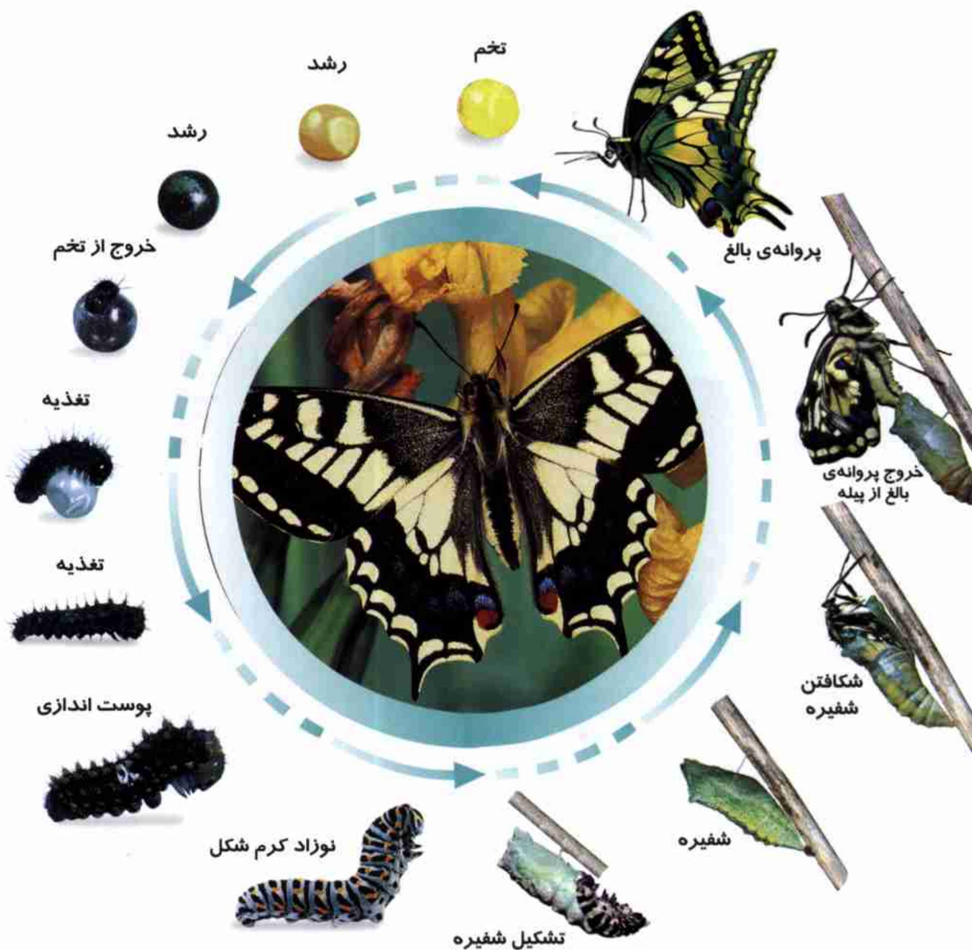
فلوک انگل ◄
فلوک شیستوزوما انگلی است که در بدن جانوران دیگر (جانوران میزبان) زندگی می‌کند. فلوک به کمک بادکش‌هایش به سیاهرگ‌های بدن انسان می‌چسبد و از سلول‌های خونی تغذیه می‌کند. چرخه‌ی زندگی فلوک پیچیده است و چند مرحله‌ی لاروی دارد که در بدن میزبان‌های مختلف زندگی می‌کنند. لارو آن‌ها اغلب در بدن حلزون‌ها زندگی می‌کنند. در مرحله‌ی بزرگسالی معمولاً در بدن یک جانور مهره‌دار زندگی و اغلب، بیماری‌های خطرناکی را ایجاد می‌کند.

▲ عمر طولانی
دوره‌ی بارداری فیل آفریقایی ـ مدتی که بچه‌ی فیل در رحم مادر رشد می‌کند ـ ۲۲ ماه است که طولانی‌ترین زمان بارداری در میان جانوران است. وقتی نوزاد فیل به‌دنیا می‌آید همه‌ی گله از او مراقبت می‌کنند. فیل‌های بالغ دشمن طبیعی ندارند و می‌توانند تا ۶۰ سال زندگی کنند.

دگردیسی

دگردیسی شامل تغییرات اساسی است که در جانور، از دوره‌ی نوزادی تا مرحله‌ی بلوغ، رخ می‌دهد. نوزاد جانور را لارو می‌نامند که به روشی متفاوت از بزرگسالان زندگی می‌کند. تبدیل نوزاد قورباغه به قورباغه‌ای بالغ که با تغییرات تدریجی همراه است دگردیسی ناقص نامیده می‌شود. در دگردیسی کامل، که در تبدیل نوزاد کرم شکل به پروانه دیده می‌شود و در درون شفیره رخ می‌دهد، قسمت‌های مختلف بدن جانور بازآرایی می‌شود.





► از نوزاد کرمی‌شکل تا پروانه
زندگی پروانه‌ی دم‌چلچله‌ای، با یک تخم کوچک زرد رنگ آغاز می‌شود. نوزاد کرم شکل از تخم بیرون می‌آید، با ولع غذا می‌خورد، به‌سرعت رشد می‌کند، بزرگ‌تر می‌شود و در این ضمن، پوست‌اندازی می‌کند. بعد از حدود چهار هفته، نوزاد کرم شکل، خود را با رشته‌های ابریشمی به یک شاخه‌ی درخت متصل می‌کند. سپس به‌صورت یک شفیره‌ی نرم از پوست بیرون می‌خزد که به‌تدریج سفت می‌شود. چند هفته بعد، پوست شفیره می‌شکافد و پروانه‌ای بالغ بیرون می‌آید.

نیز نگاه کنید به ◄◄ جفت‌طلبی ۳۰۶-۳۰۷ • تولیدمثل ۳۰۸-۳۰۹ • رشد ۳۱۰-۳۱۱

جفت‌طلبی

برخی از جانوران برای جلب جفت، مراسم پیچیده‌ای اجرا می‌کنند. این نمایش‌ها که در طول فصل زادآوری انجام می‌شوند و معمولاً نرها آن‌ها را اجرا می‌کنند، جفت‌طلبی یا جفت‌یابی نام دارد. نرها در هر نوبت برای یک یا چند ماده این نمایش‌ها را اجرا می‌کنند. گاهی نرها در یک محل خاص به‌نامِ لک و به‌طور گروهی این مراسم را اجرا می‌کنند. در این حالت ماده‌ها برای انتخاب جفت، نرها را تماشا می‌کنند. برخی از جانوران در سراسر زندگی فقط یک جفت دارند. بنابراین آن‌ها نه برای انتخاب جفت بلکه برای حفظ پیوند با جفت خود باید این مراسم را اجرا کنند.

پرهای رنگین ◄

در برخی گونه‌ها نرها و ماده‌ها ظاهر بسیار متفاوتی دارند. گاهی اوقات این تفاوت‌ها فقط از نظر اندازه است، امّا در طول فصل جفت‌گیری، تفاوت‌های دیگری نیز ممکن است ظاهر شوند. در پرنده‌هایی مثل طاووس، نرها پرهای رنگارنگ دم خود را به‌طرز استادانه‌ای به‌نمایش می‌گذارند و با باد دادن و لرزندان آن‌ها، ماده‌ها را جلب می‌کنند.





▲ حفظ پیوند با تمیز کردن یکدیگر

بوزینه‌های شیر طلایی، یک بار و برای همه‌ی مدت عمر جفت‌یابی می‌کنند و دیگر برای نمایش‌های جفت‌طلبی، انرژی تلف نمی‌کنند. امّا این جانوران باید برای حفظ پیوند با جفت‌هایشان زمانی را صرف تیمارکردن (تمیزکردن) یکدیگر بکنند. این بوزینه‌ها در گروه‌های خانوادگی با حدود چهار تا هشت عضو زندگی می‌کنند. نرها به بزرگ‌کردن بچه‌ها کمک می‌کنند. بچه‌های بزرگ‌تر نیز در پرورش بچه‌ها کمک می‌کنند و به‌این‌ترتیب، وظایف والدینی را یاد می‌گیرند.

▲ زوج مقلد

در بعضی از پرندگان، نر و ماده‌ها هر دو مجموعه‌ای از مراسم جفت‌طلبی را به اجرا می‌گذارند. مرغ‌های ماهی‌خوار آبی‌رنگ بزرگ، گردن‌ها و پرهایشان را بالا می‌گیرند و همراه با یکدیگر گردن و پرهایشان را تکان می‌دهند و یکدیگر را صدا می‌زنند. در فصل جفت‌گیری پرهای هر دو جنس رنگ یکسان دارند؛ اگرچه پرهای جانور نر معمولاً درخشان‌تر است.





▲ آوازهای جفت‌یابی
قورباغه‌ها و وزغ‌های نر آواز می‌خوانند تا ماده‌ها را به آبگیر یا جویبار محل جفت‌گیری خود جلب کنند. هر گونه آواز خاص خود را دارد و در نتیجه، ماده‌ها می‌توانند جفت هم‌گونه‌ی خود را در میان تعداد زیادی گونه‌های مختلف که همزمان درون آبگیر آواز می‌خوانند، بیابند. بسیاری از گونه‌ها، مثل قورباغه‌ی برزیلی سیلابی، کیسه‌های صوتی قابل اتساع دارند که صدای آن‌ها را بلند و واضح می‌کند. این قورباغه‌ها در زمان نمایش جفت‌طلبی با پاهایشان لگد پرتاب می‌کنند.

جفت‌طلبی
courtship

▲ رقص آیینه‌ای
در بعضی نمایش‌های جفت‌طلبی، نرها و ماده‌ها حرکات یکدیگر را تقلید می‌کنند طوری که انگار می‌رقصند. در این تصویر، دو ماهی پروانه‌ای در کنار یکدیگر و در میان مرجان‌ها شنا می‌کنند و بدن‌های رنگینشان را به‌هم نشان می‌دهند. این رقص به‌عنوان بخشی از مراسم ایجاد پیوند به ماهی‌ها امکان می‌دهد که هویت یکدیگر را تأیید کنند تا مبادا ناخواسته با گونه‌ای دیگر جفت‌گیری کنند!



سوسمار درختی ◄
بسیاری از سوسمارهای نر در زمان جفت‌گیری، مثل پرنده‌ها، رنگ‌های درخشان پیدا می‌کنند؛ علی رغم این واقعیت که در این حالت شکارچی‌ها بسیار آسان‌تر آن‌ها را می‌بینند. اما این سوسمار درختی نر متفاوت است. این سوسمارها غبغب‌های رنگین دائمی در زیر گلویشان دارند که تا زمانی که باید برای جلب ماده‌ها به‌کار روند، پنهان می‌مانند.





▲ جفت‌گیری گوزن قرمز
در پاییز، گوزن قرمز نر، گردآوردن ماده‌ها را برای تشکیل گروه آغاز می‌کند تا با آن‌ها جفت‌گیری کند. این گوزن‌ها به‌شدت از گروه ماده‌ها در مقابل نرهای رقیب دفاع می‌کنند. معمولاً نرهای بزرگ که شاخ‌های بزرگ‌تری هم دارند، ماده‌های خود را انتخاب می‌کنند. نرهای هم‌اندازه می‌جنگند تا مشخص شود کدام یک با ماده‌ها باقی می‌ماند و کدام یک باید عقب‌نشینی کند.

▲ بر جا گذاشتن بو
زنبورهای تعلبی نر با علامت‌گذاری یک مکان (یا لک) با بوی ویژه‌ی خود، ماده‌ها را جلب می‌کنند. ماده‌هایی که به بو جلب شده‌اند به‌سمت لک پرواز می‌کنند و با یک نر جفت می‌شوند. پرنده‌های نری نیز که با آواز یا انجام حرکات نمایشی ماده‌ها را جلب می‌کنند، از لک استفاده می‌کنند. بعضی از پستانداران سم‌دار نیز وقتی قلمرو خود را با ادرار و مدفوع نشانه‌گذاری می‌کنند، از لک استفاده می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ تولید مثل ۳۰۸-۳۰۹ • حواس ۳۱۶-۳۱۷ • ارتباط ۳۱۸-۳۱۹

تولید مثل

جانوران به یکی از دو روش غیرجنسی و جنسی تولید مثل می‌کنند. در تولید مثل غیرجنسی، جانوران بدون جفت‌گیری با جانور دیگر فرزندانی را تولید می‌کنند که دقیقاً با خودشان یکسانند. بیش‌تر مخلوقاتی که به این روش تولید مثل می‌کنند، زندگی طولانی ندارند و می‌توانند فرزندان زیادی را به‌سرعت به‌وجود آورند. در تولید مثل جنسی تخمک جانور ماده با سلول اسپرم جانور نر در فرایندی به‌نام باروری یا **لقاح**، ترکیب می‌شود. بچه‌ها ویژگی‌ها یا صفات خود را از هر دو والد به ارث می‌برند. این جانوران رشد و نمو آهسته‌تری دارند و بسیاری از آن‌ها بعد از تولد به مراقبت والدینشان نیاز دارند.

تخم‌های کروکودیل ◄
کروکودیل‌های ماده مثل بسیاری از جانوران ماده‌ی دیگر بعد از بارورشدن تخمک‌هایشان، تخم‌گذاری می‌کنند. این جانوران تخم‌هایشان را در لانه‌هایی در زیر زمین و دور از دسترس شکارچی‌ها پنهان می‌کنند تا رویان‌ها (بچه‌های در حال رشد) رشد و نمو خود را در امنیت انجام دهند. وقتی زمان خروج از تخم نزدیک می‌شود، بچه‌ها جیرجیر می‌کنند و مادرشان زمین را می‌کند و آن‌ها را خارج می‌کند. مادر، نوزادها را در دهانش حمل می‌کند و آن‌ها را دسته‌دسته به‌درون آب می‌برد.

نوزادها با زحمت از لانه خارج می‌شوند و دنبال آب می‌گردند

تخم کرودکودیل، پوسته‌ای نرم و چرمی دارد

تولید مثل
reproduction





◄ وارونه شدن نقش
در بسیاری از جانوران، مشارکت جانور نر در تولید مثل، درست پس از بارور شدن تخمک‌های ماده پایان می‌پذیرد. امّا در اسب ماهی‌ها، این نرها هستند که از تخم‌ها نگه‌داری می‌کنند. جانور ماده تخم‌ها را در کیسه‌ای در شکم جانور نر ذخیره می‌کند تا در آن‌جا لقاح پیدا کنند. اسب ماهی نر تخم‌ها را تا خروج نوزادها از تخم، یعنی از ۲ تا ۶ هفته، درون کیسه‌ی خود حمل می‌کند.

لقاح

هنگام لقاح، سلول جنسی نر (اسپرم) و سلول جنسی ماده (تخمک) ترکیب می‌شوند و سلولی را به‌وجود می‌آورند که بعداً به جانوری جدید تبدیل می‌شود. سلول‌های جنسی نصف کروموزوم‌های (مواد شیمیایی که به سلول می‌گویند چگونه سلول دیگری را به‌وجود آورد) سلول‌های دیگر بدن را دارد. وقتی سلول‌های جنسی با هم ترکیب می‌شوند، تعداد کروموزوم‌ها کامل می‌شود.



سلول‌های اسپرم، از طریق یک لوله به بدن جانور ماده وارد می‌شوند

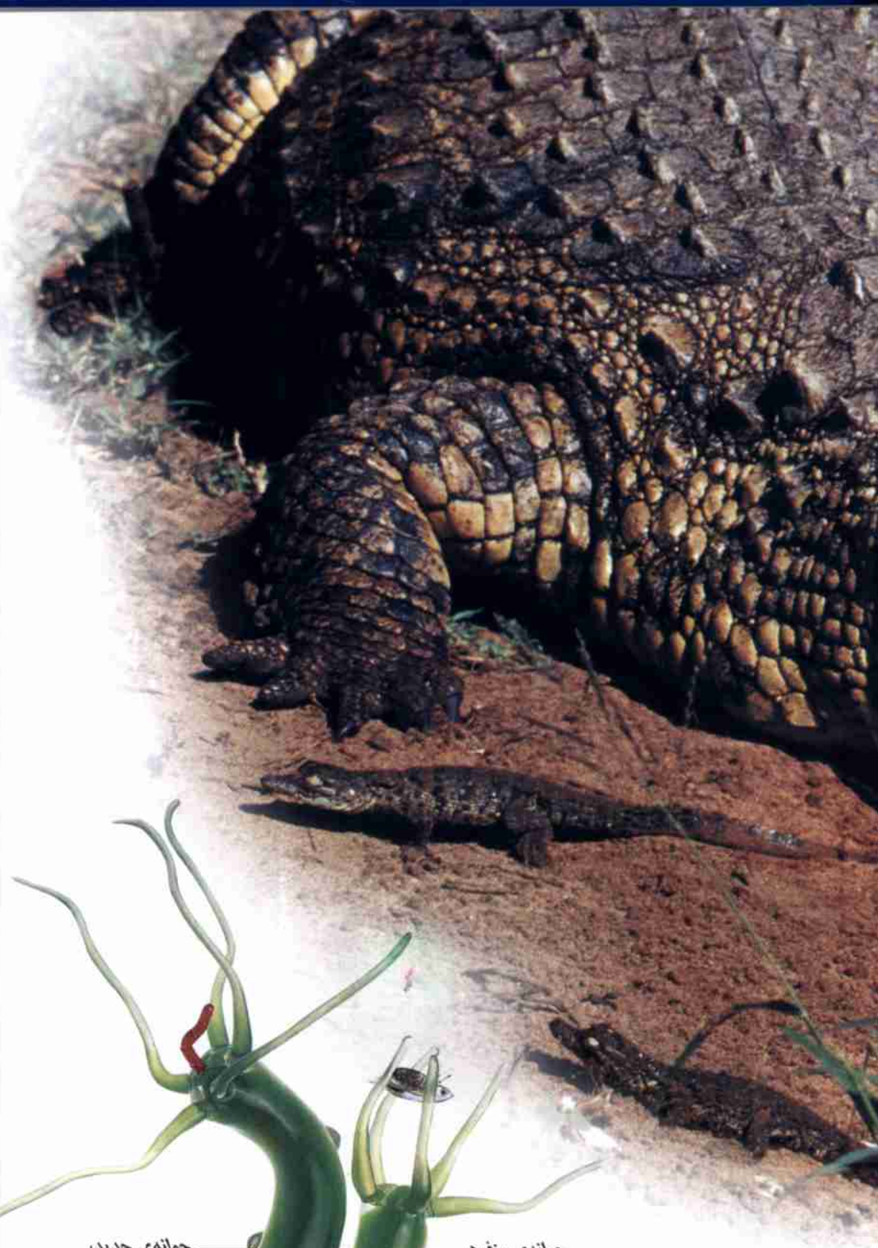
لقاح، در اویداکت‌های (لوله‌های) حاوی تخمک‌های ماده، انجام می‌شود

مگس امپید نر، حشره‌ی کوچک را در پیله‌ای ابریشمی پیچانده است

▲ **لقاح داخلی**
بسیاری از جانوران از طریق لقاح داخلی تولید مثل می‌کنند. زوج جانور نر و ماده جفت‌گیری می‌کنند و تخمک‌های ماده درون بدنش بارور می‌شوند. مگس‌های امپید به این روش جفت‌گیری می‌کنند. مگس‌نر کوچک‌تر از ماده است و این خطر وجود دارد که در هنگام جفت‌گیری، مگس ماده آن را بخورد. جانور نر برای محافظت از خود، حشره‌ی کوچکی را به جانور ماده هدیه می‌دهد تا حواس آن را پرت کند.



▲ **تخم‌ریزی در لقاح خارجی**
لقاح خارج از بدن جانور ماده یک فرایند تصادفی است. برخی از تخمک‌ها بارور نمی‌شوند و شکارچی‌ها سلول‌های جنسی را به‌آسانی می‌خورند. مرجان‌ها تخمک‌ها و اسپرم‌ها را در آب رها می‌کنند. برای افزایش احتمال وقوع لقاح، مرجان‌های یک گونه به‌طور همزمان، سلول‌های جنسی خود را در آب رها می‌کنند. با این روش شکارچی‌ها، فرصت کم‌تری برای خوردن تمام سلول‌های جنسی مرجان‌ها خواهند داشت.





جوانه‌ی جدید، در حال تشکیل است

جوانه‌ی منفرد، که چند روز از عمر آن می‌گذرد

هیدر بالغ، که جوانه‌های جدید از آن به‌وجود می‌آیند

◀ **جوانه زدن تولید مثلی غیرجنسی**
جانوران ساده، مثل هیدر، با تشکیل جوانه‌هایی جدید در بدنشان، به‌صورت غیرجنسی تولید مثل می‌کنند. این روش جوانه‌زنی نام دارد. هر جوانه سرانجام از مادر جدا می‌شود و جانور جدیدی را به‌وجود می‌آورد. برخی از جانوران دیگر، مثل اسفنج‌ها، می‌توانند با جدا کردن قسمت‌هایی از بدنشان تولید مثل کنند. این روش تقسیم شدن نام دارد.

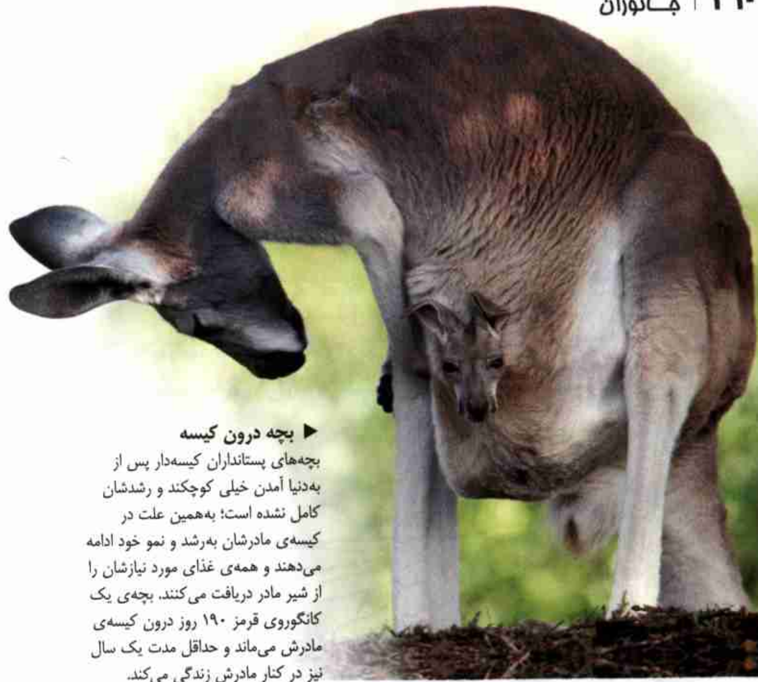
اسب آبی ماده، حدود ۵ سال از بچه‌اش مراقبت می‌کند

▶ **بچه‌زایی**
بیش‌تر پستانداران، برخی از خزندگان و دوزیستان و تعدادی از بی‌مهرگان بچه به‌دنیا می‌آورند. در این جانوران، پس از لقاح تخمک درون بدن ماده، جنین تولید می‌شود. جنین در بدن جانور ماده می‌ماند تا رشد و نمو کند. این مدت زمان را دوره‌ی بارداری جانور ماده می‌نامند. دوره‌ی بارداری در اسب‌های آبی، ۲۴۰ روز است که در این مدت، جنین در محیطی یکنواخت و پایدار قرار دارد که از آن محافظت می‌کند و مواد غذایی را به‌طور مستقیم از بدن مادر به‌دست می‌آورد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ چرخه‌های زندگی ۳۰۵ • رشد ۳۱۰-۳۱۱ • دستگاه تولید مثل ۳۶۲-۳۶۳

رشد

شکل و رفتار جانوران در طول رشد تغییر می‌کند. تغییر در برخی از جانوران ناگهانی و شدید است. برای مثال، دگردیسی نوزاد کرم‌شکل به پروانه در طی چند هفته رخ می‌دهد. رشد اغلب جانوران تدریجی است. برخی از بچه‌های جانوران را والدینشان مراقبت می‌کنند. در این صورت، این بچه‌ها درباره‌ی زندگی چیزهایی را از بزرگسالان با تجربه یاد می‌گیرند. بچه‌های برخی از جانوران نیز رها می‌شوند تا خود گلیمشان را از آب بیرون بکشند. این بچه‌ها ناچارند به غریزه‌ی خود متکی باشند.



◀ بچه درون کیسه
بچه‌های پستانداران کیسه‌دار پس از به‌دنیا آمدن خیلی کوچکند و رشدشان کامل نشده است؛ به‌همین علت در کیسه‌ی مادرشان به‌رشد و نمو خود ادامه می‌دهند و همه‌ی غذای مورد نیازشان را از شیر مادر دریافت می‌کنند. بچه‌ی یک کانگوروی قرمز ۱۹۰ روز درون کیسه‌ی مادرش می‌ماند و حداقل مدت یک سال نیز در کنار مادرش زندگی می‌کند.



▲ گوزن‌های یال‌دار
همه‌ی گوزن‌های یال‌دار ماده، بچه‌هایشان را در طول دو هفته همزمان با هم به‌دنیا می‌آورند تا تعداد دفعاتی که شکارچی‌ها به بچه‌هایشان حمله می‌کنند، کاهش یابد. بچه گوزن‌ها می‌توانند ۲۰ دقیقه پس از تولد بایستند و بدوند. این سازگاری برای بقای آن‌ها ضروری است. آن‌ها اولین شیء متحرکی را که ببینند، دنبال می‌کنند و این شیء اغلب مادر آن‌هاست. این فرایند را نقش‌پذیری می‌گویند و نوعی یادگیری است که موجب می‌شود وقتی بچه گوزن‌ها بازی و یا چرا می‌کنند، از مادرشان دور نشوند.

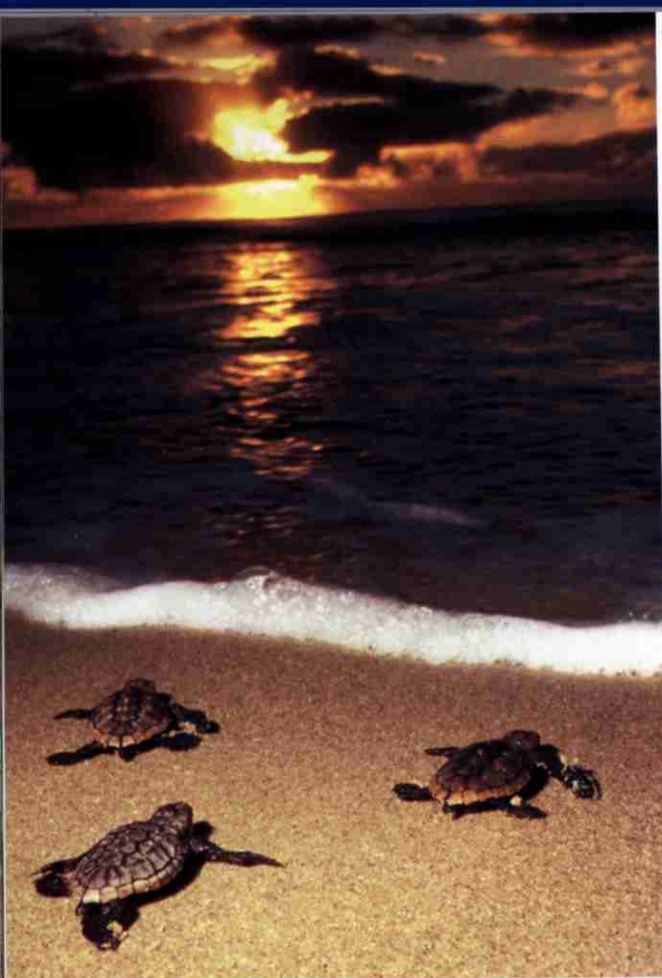


◀ ماهی سیکلید
در بسیاری از جانوران، مراقبت والدین فقط به معنی محافظت شدن است. بچه‌ها تا زمانی که نزدیک سرپرست خود هستند، در امنیت به‌سر می‌برند. ماهی سیکلید درون گلویش کیسه‌ای دارد که تخم‌هایش را درون آن حمل می‌کند. وقتی هم که تخم‌ها باز می‌شوند، بچه ماهی‌ها تا وقتی بتوانند مستقل زندگی کنند، درون دهان مادر باقی می‌مانند.



◀ اسکلت بیرونی شپشک چوب
جانورانی که اسکلت بیرونی دارند، فقط می‌توانند با از دست دادن پوسته‌های بیرونی خود رشد کنند. شپشک‌های چوب غیرمعمولند، زیرا برخلاف سخت‌پوستان دیگر، در هر نوبت نیمی از پوسته‌ی خودشان را دور می‌اندازند. در این جانور هنگام پوست‌اندازی، اسکلت خارجی از وسط می‌شکند و ابتدا نیمه‌ی پشتی می‌افتد. چند روز بعد، نیمه‌ی جلویی جدا می‌شود. هنگام پوست‌اندازی شپشک در معرض خطر قرار دارد و اغلب از دید شکارچی‌ها پنهان می‌شود.





▲ نوزادان لاک‌پشت دریایی
نوزادان برخی از جانوران بلافاصله پس از تولد باید روی پای خود بایستند. لاک‌پشت دریایی ماده تخم‌های خود را در شن‌زار دفن و آن‌ها را رها می‌کند. وقتی بچه لاک‌پشت‌ها از تخم خارج می‌شوند، راه خود را به‌سطح زمین باز می‌کنند و به‌طور غریزی به‌سوی دریا به‌حرکت در می‌آیند. در مسیر حرکت بر روی شن، بسیاری از بچه لاک پشت‌ها توسط پرندگان و دیگر شکارچی‌ها خورده می‌شوند.

◄ جوجه‌های چرخ ریسک آبی‌رنگ
جوجه‌های همه‌ی پرندگان برای زنده ماندن به مراقبت والدین نیاز دارند. بعضی از انواع پرندگان وقتی به‌دنیا می‌آیند، برهنه، کور و کاملاً ناتوانند. برخی نیز با کرک پر پوشیده شده‌اند، چشم‌های کاملاً رشد یافته دارند و می‌توانند در کمتر از چند ساعت راه بروند. جوجه‌های چرخ ریسک آبی وقتی به‌دنیا می‌آیند، آنقدر ناتوانند که وقتی والدین برای جستجوی غذا می‌روند، به‌یکدیگر می‌چسبند تا گرم بمانند. وقتی یکی از والدین باز می‌گردد، جوجه‌ها منقارهایشان را باز می‌کنند و غریزه‌ی والدین خود را تحریک می‌کنند تا به آن‌ها غذا بدهند.



جوجه‌ها در **سه روزه‌گی** درخواست غذا می‌کنند





رشد پرها ۵ روز پس از تولد آغاز می‌شود

▼ فیل‌ها
فیل‌ها در گروه‌های خانوادگی که پیوند نزدیکی دارند، زندگی می‌کنند. یک بچه فیل از لحظه‌ی تولد، از راهنمایی مادرش سود می‌برد و مورد حمایت همه‌ی افراد ماده‌ی گروه قرار دارد. فیل‌ها تا ۶۰ سال عمر می‌کنند و به‌آهستگی بالغ می‌شوند. بچه فیل‌ها چند سال در کنار مادرشان می‌مانند تا همه‌ی چیزهایی را که برای بقا نیاز دارند- مثل محل گودال‌های آب- را یاد بگیرند.

خویشاوندان ماده -همچون عمه‌ها وخاله‌ها- به بزرگ شدن بچه فیل‌ها کمک می‌کنند



نیز نگاه کنید به ◄◄ چرخه‌های زندگی ۳۰۵ • دفاع ۳۲۰-۳۲۱ • رشد ۳۶۶-۳۶۷

تغذیه

جانوران، برخلاف گیاهان، نمی‌توانند به‌کمک نور خورشید غذا بسازند. جانوران باید تغذیه کنند تا انرژی مورد نیاز برای رشد، حرکت و تولید مثل را تولید کنند. برخی از جانوران فقط از گیاهان تغذیه می‌کنند. گروهی دیگر گوشتخوارند و برخی هم گیاهخوار و هم گوشتخوارند. بیش‌تر جانوران لوله‌ی گوارشی دارند که دهان در یک انتهای آن و مخرج در انتهای دیگرش قرار دارد. غذا در طول این لوله تجزیه می‌شود. مواد غذایی طی فرایندی که **گوارش** نام دارد، برای جذب بدن آماده می‌شود.

شکار و شکارچی ◄
عقاب دریایی پرنده‌ای شکاری است که فقط از ماهی تغذیه می‌کند. این جانور مثل همه‌ی شکارچی‌ها، برای گرفتن شکار، سازگاری‌هایی دارد. عقاب دریایی بال‌ها و پاهای نیرومندی دارد که او را قادر می‌سازد به‌سمت شکار شیرجه برود و ماهی را بگیرد. پرنده‌ها دندان ندارند، اما در دستگاه گوارش خود اندامی ماهیچه‌ای به‌نام سنگدان دارند که کار آسیاب کردن غذا را انجام می‌دهد. این اندام از ورود استخوان‌های ماهی به روده‌ی پرنده جلوگیری می‌کند.

چنگال‌ها (پنجه‌ها) در انتهای پاهای نیرومند برای گرفتن شکار

شاخک‌ها، مثل بادبزن حرکت می‌کنند تا غذا به آن‌ها بچسبد

لوله‌ای که کرم آن را ساخته است و درون آن زندگی می‌کند

◄ تغذیه پالایشی کرم‌های بادبزنی
بسیاری از جانوران آبزی، از جمله وال‌ها و نوعی کوسه ماهی، از طریق پالایش ذرات غذایی، تغذیه می‌کنند. کرم‌های بادبزنی که در کف دریا زندگی می‌کنند با استفاده از شاخک‌های حسی اطراف دهانشان غذا را از آب پالایش می‌کنند. وقتی آن‌ها آب را به‌سمت شاخک‌های حسی می‌رانند، ذرات غذایی به ماده‌ی مخاطی روی شاخک‌ها می‌چسبد. سپس غذا به‌درون دهان آن‌ها وارد می‌شود.

دام، از باکتری‌های درخشانی تشکیل شده است که شکار را جلب می‌کنند

◄ ماهی انگلر
برخی از شکارچی‌های اعماق دریا، مثل ماهی انگلر، برای گرفتن شکار از تله استفاده می‌کنند. در آب‌های عمیق، غذا اغلب نایاب است؛ در نتیجه، جلب شکار بیش‌تر از تعقیب آن باعث ذخیره‌ی انرژی می‌شود. دام ماهی انگلر در تاریکی می‌درخشد و شکار را جلب می‌کند. به محض این که شکار به‌اندازه‌ی کافی نزدیک شود آرواره‌های بزرگ ماهی با سرعت زیادی بسته می‌شوند.

گوارش

هنگام گوارش، جانوران غذا را به تکه‌هایی ریز و قابل جذب تبدیل می‌کنند. این فرایند با مواد شیمیایی موجود در معده که آنزیم نام دارند، سریع‌تر انجام می‌شود. در بعضی از جانوران بی‌مهره، گوارش در خارج از بدن جانور آغاز می‌شود و در برخی دیگر، غذا از طریق دهان وارد می‌شود و سپس گوارش می‌یابد. برخی از پستانداران غذا را پیش از فرو بردن می‌جوند.





عنکبوت در حال شکار حشره ◄
بسیاری از عنکبوت‌ها شکار خود را به‌کمک تار به‌دام می‌اندازند. نیش سمی آن‌ها می‌تواند هر جانوری را فلج کند. عنکبوت‌ها آنزیم‌های گوارشی را به بدن شکار وارد می‌کنند و سپس مایع حاصل را می‌مکند. عنکبوت‌ها می‌توانند هفته‌ها بدون آن که چیزی بخورند، زندگی کنند، زیرا می‌توانند مواد غذایی را در بدن خود ذخیره کنند.

▼ همه‌چیزخوارها
جانورانی را که از گیاهان و دیگر جانوران تغذیه می‌کنند همه‌چیزخوار می‌نامند. این جانوران سازگاری بالایی با محیط دارند تا از هر نوع غذایی استفاده کنند. راکون‌ها از دست‌هایشان برای جستجوی غذا ماهرانه استفاده می‌کنند. رژیم غذایی آن‌ها شامل ماهی، جوجه‌ی پرندگان، جوانه‌ی گیاهان و دانه‌هاست. بعضی از همه‌چیزخوارها که در خانه‌های شهری زندگی می‌کنند از میوه‌ها، سبزیجات و بقایای گیاهان تغذیه می‌کنند.





◄ دندان ببر
دندان‌های ببر برای دریدن و خوردن گوشت اختصاصی شده‌اند. دندان‌های بلند و نوک تیز آن برای گاز گرفتن شکار به‌کار می‌روند. دندان‌های آسیاب (گونه‌ای) گوشت را از استخوان جدا می‌کنند و یا آن را مثل قیچی می‌برند.



کرگدن گیاه‌خوار ◄
گیاهان به‌آسانی در هر جا یافت می‌شوند ولی گاهی مواد غذایی آن‌ها کم است. گیاه‌خوارانی مثل این کرگدن باید بیش‌تر روز را به غذا خوردن بگذرانند. این جانوران دستگاه گوارش خاصی دارند که بیش‌ترین موادغذایی را از غذای خورده شده به‌دست می‌آورد.



◄ مورچه‌ی ظرف عسل
جانوران روش‌های قابل توجهی برای ذخیره کردن غذا دارند. مورچه‌های ظرف عسل، مورچه‌های کارگر تازه از تخم درآمده را به‌ظرف ذخیره‌ی غذا تبدیل می‌کنند. این مورچه‌ها مخلوطی از عسل و شهد می‌خورند که موجب می‌شود شکم آن‌ها متورم شود. در فصل خشک که غذا کم است، مورچه‌های دیگر آن‌ها را تحریک می‌کنند تا قطره‌هایی از این غذا را بالا بیاورند تا آن را بنوشند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ چرخه‌های رفتاری ۳۲۲-۳۲۳ • بوم شناسی ۳۲۶-۳۲۷ • دستگاه گوارش ۳۵۸-۳۵۹

حرکت

همه‌ی جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود، برای یافتن غذای مورد نیاز حرکت می‌کنند. در اغلب جانوران دستگاه عصبی حرکت را کنترل می‌کند و موجب می‌شود **ماهیچه‌ها** به‌صورتی منظم منقبض و منبسط شوند. **اسکلت** تکیه‌گاه این ماهیچه‌هاست.
جانوران برای حرکت در آب، خشکی و هوا اندام‌های سازگار شده‌ی باله، پا و یا بال دارند.

▲ آهوها در حال دویدن
بسیاری از شکارچی‌ها جانوران سم‌دار را تعقیب می‌کنند. آهوها سرعت و خستگی‌ناپذیری لازم برای فرار از شکارچی را دارند. پاهای عقبی آن‌ها بسیار بلند است و گام‌های بلندی بر می‌دارند. پای آن‌ها به‌جای پنج انگشت دو انگشت دارد. در نتیجه به ماهیچه‌ی کم‌تری نیاز دارند و می‌توانند انرژی ذخیره کنند.



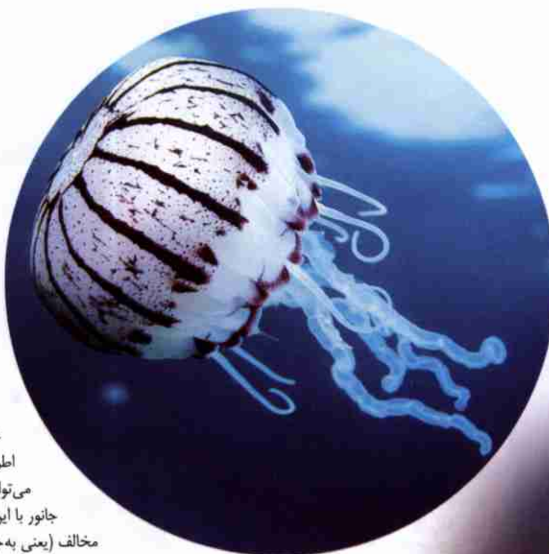
بدن پهن، به قورباغه کمک می‌کند تا در هوا سر بخورد

هر پا برای چسبیدن **پنج انگشت پرده‌دار با بالشتک متورم** در انتها دارد

▲ سُر خوردن
تعدادی از جانوران درخت‌زی با استفاده از قسمت‌های آویزان پوست بدن به‌صورت چتر نجات، از درختی به‌درخت دیگر سر می‌خورند. قورباغه‌های پرنده، پاهای بزرگ و پرده‌داری دارند که موقع جهش آن‌ها را باز می‌کنند در نتیجه، بدون افتادن به زمین می‌توانند جهش بلندتری داشته باشند. قورباغه‌ها می‌توانند تا ارتفاع ۱۵ متری بپرند.



◄ مارهایی که به پهلو حرکت می‌کنند
حرکت بر روی شن نرم آسان نیست، زیرا شن در اثر وزن جانور تغییر شکل می‌یابد. مارهایی که از پهلو پیچ می‌خورند بر روی شن و گل نرم، بدن خود را به شکل منحنی‌های S شکل در می‌آورند و با ایجاد حلقه به جلو می‌روند. این نوع حرکت را به پهلو پیچ خوردن می‌نامند. این مارها به‌جای پیچ و تاب و سُر خوردن بر روی شن، با انجام تعدادی جهش از پهلو، بدن خود را به‌جلو پرتاب می‌کنند.



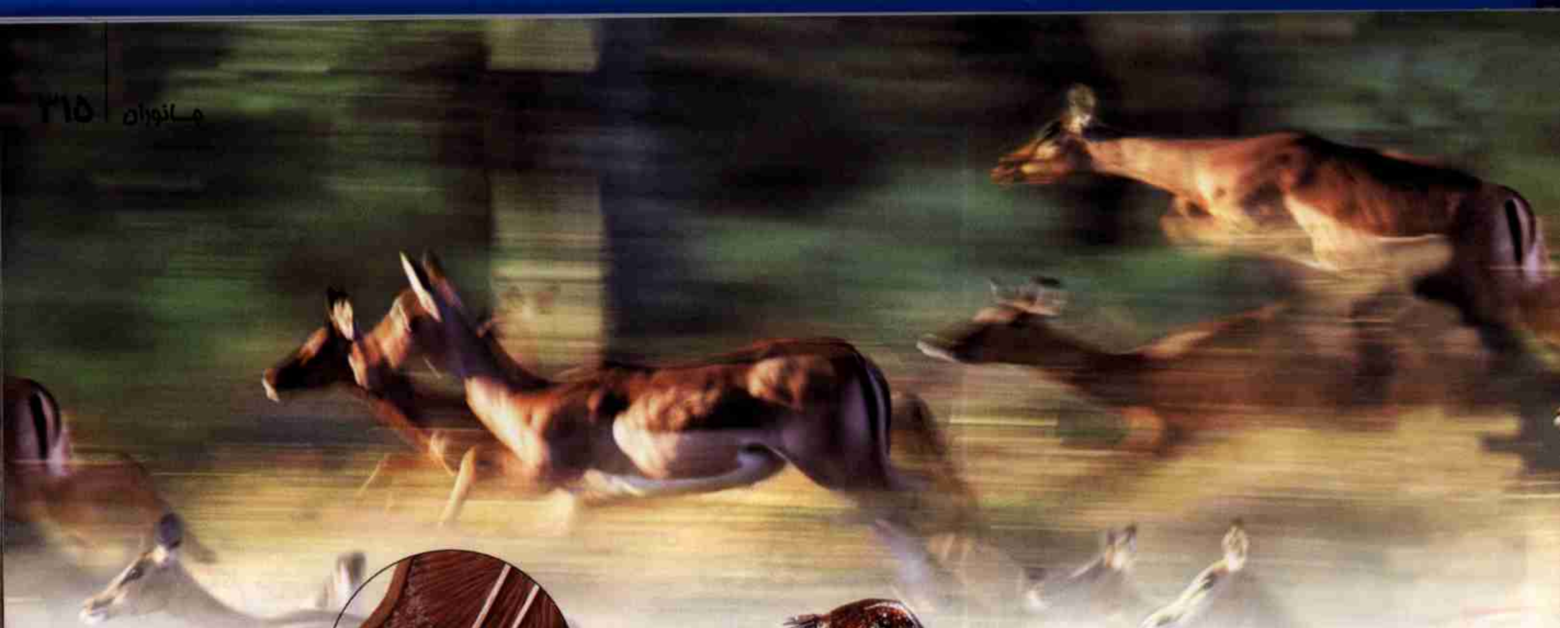
◄ نیروی محرکه‌ی جت
اگرچه ماهی‌ها شناگرهای نیرومندی هستند، اما بسیاری از جانوران آبزی دیگر در اثر جریان‌های اقیانوسی آب حرکت می‌کنند. عروس‌های دریایی تا حدودی می‌توانند حرکت خود را کنترل کنند. آن‌ها حلقه‌ای ماهیچه‌ای در اطراف لبه‌ی بدن زنگوله‌ای شکل خود دارند که می‌تواند منقبض و منبسط و مثل چتر باز و بسته شود. جانور با این عمل آب را به عقب می‌راند و جانور در جهت مخالف (یعنی به‌جلو) حرکت می‌کند.



زنبور، در هر ثانیه ۱۰۰- ۴۰۰ بار بال می‌زند

◄ پرواز
حشرات کوچک‌ترین جانورانی هستند که می‌توانند پرواز کنند. حشراتی که مثل پروانه چهار بال دارند، به‌طور مستقیم از ماهیچه‌های متصل به بن بال‌ها استفاده می‌کنند تا بال‌ها را به بالا و پایین حرکت دهند. زنبورها با استفاده از ماهیچه‌های متصل به بالا و پایین تنه پرواز می‌کنند. وقتی ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند، بال‌ها بالا می‌روند و وقتی ماهیچه‌ها استراحت می‌کنند، بال‌ها پایین می‌آیند.

e
حرکت
movment



ماهیچه‌ها

ماهیچه‌ها مجموعه‌ای از رشته‌ها هستند که توانایی حرکت را برای جانور فراهم می‌آورند. وقتی یک عصب، ماهیچه‌ای را برای فعالیت تحریک می‌کند، ماهیچه مقبض و موجب حرکت می‌شود (به عقب کشیده می‌شود). در جانوران ساده، مثل حلزون‌ها، انقباض ماهیچه‌ها به‌صورت موجی و از یک انتهای بدن به انتهای دیگر آن حرکت می‌کند و جانور را به‌جلو می‌کشد. در مهره‌دارانی مثل اسب ماهیچه‌ها به‌صورت دوتایی کار می‌کنند و استخوان‌های مقابل یکدیگر را می‌کشند. جایی که استخوان‌های مختلف به‌یکدیگر متصل می‌شوند، مفصل نام دارد.



بالشتک رزیلین، در پای عقبی درست قبل از پریدن کک منبسط می‌شود



◀ جهش بلند

کک‌ها باید به اطراف بجهند تا جانوری را بیابند و از خون آن تغذیه کنند. این جانوران می‌توانند به‌طرز حیرت‌آوری تا ۳۳ سانتی‌متر بالا بپرند. آن‌ها این کار را با استفاده از انرژی ذخیره‌شده در بالشتکی که در پاهایشان قرار دارد، انجام می‌دهند. در این بالشتک ماده‌ای قابل ارتجاع به‌نام رزیلین، ذخیره شده است. وقتی ماهیچه‌های پا برای پریدن منقبض می‌شوند، کک مثل فنر به هوا می‌پرد.

اسکلت

بسیاری از جانوران اسکلت سختی دارند که بدن آن‌ها را حمایت می‌کند و برخی پاهای بندبند دارند که امکان حرکت سریع را برای آن‌ها فراهم می‌کند. در بین همه‌ی جانوران پستانداران پیچیده‌ترین اسکلت را دارند. این جانوران ستون مهره‌ی پشتی دارند که از استخوان‌های کوچکی به‌نام مهره تشکیل شده است و نیز دست‌ها و پاهای آن‌ها به چند نوع مفصل مجهزند. این اسکلت پیچیده به آن‌ها امکان انجام حرکت‌های متنوع را می‌دهد.

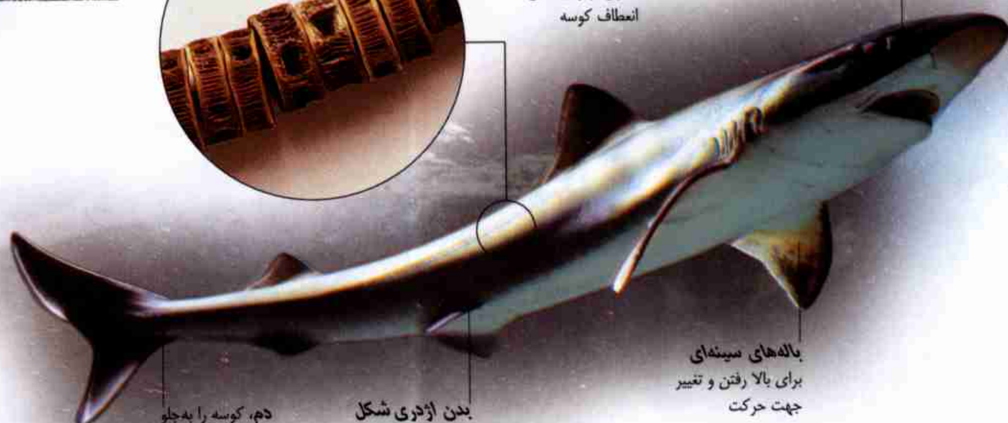


ماهیچه‌ها، درون بخش‌های توخالی پا قرار دارند

▲ حرکت با اسکلت بیرونی

جانورانی که اسکلت بیرونی دارند، مثل خرچنگ‌های گرد، چندجفت پای مفصلی دارند. هر جفت‌پا از مجموعه‌ای از بخش‌های توخالی، که در محل مفصل به یکدیگر متصلند، تشکیل شده است. جفت ماهیچه‌های متصل به سطح داخلی مفصل‌ها، این امکان را برای خرچنگ فراهم می‌آورند که با سرعت از پهلو فرار کند.





مهره‌ی غضروفی ستون مهره‌ی قابل انعطاف کوسه

سر، هنگام شنا از یک طرف به‌طرف دیگر حرکت می‌کند.

باله‌های سینه‌ای برای بالا رفتن و تغییر جهت حرکت

بدن اژدری شکل و دارای کم‌ترین مقاومت در برابر جریان آب

دم، کوسه را به‌جلو می‌راند و به‌حرکت جانور در جهت درست کمک می‌کند

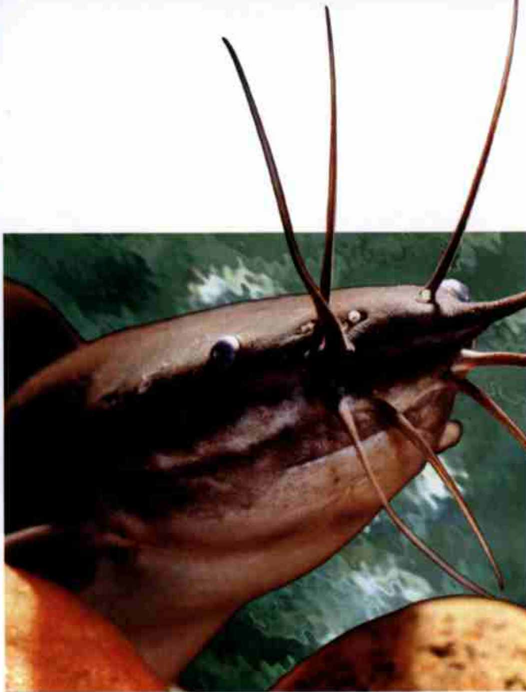
◀ شناگر سریع

بدن کوسه‌ها برای حرکت سریع در آب اختصاصی شده است. کوسه‌ها اسکلتی دارند که از ماده‌ی سخت و قابل ارتجاعی به‌نام غضروف ساخته شده است. غضروف که از استخوان سبک‌تر است به کوسه‌ها امکان شنای کارآمد را می‌دهد. با استفاده از انقباض‌های موزون ماهیچه‌های بدن و رانش اضافی که دم کوسه ایجاد می‌کند، سرعت جانور به ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ آناتومی جانوران ۲۹۲-۲۹۳ ● دستگاه اسکلتی ۳۴۰-۳۴۱ ● دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲-۳۴۳

حواس

جانوران برای یافتن غذا و جفت، دوری از خطر و ارتباط با جانوران دیگر به اطلاعاتی که حواس آن‌ها جمع‌آوری می‌کنند، متکی هستند. این اطلاعات را دستگاه عصبی جانور پردازش می‌کند و به بدن آن دستور می‌دهد که چطور به تحریک‌های محیطی پاسخ دهد. بعضی از جانوران گروه‌هایی از سلول‌های حسی دارند که کار چندانی بیش از ثبت وجود نور انجام نمی‌دهند. بیش‌تر جانوران پیچیده ترکیبی از حواس **بینایی**، **شنوایی**، **بویایی** و لمس را به‌کار می‌برند.



حس گرها، با جوانه‌های چشایی پوشیده شده‌اند

▲ **حس‌گرهای حساس به لمس**
گربه ماهی را به‌علت حس‌گرهای گوشتی شبیه سبیل به این نام می‌خوانند. آن‌ها از این حس‌گرها برای تشخیص راه خود در آب تیره‌ی رودخانه و پیدا کردن غذا استفاده می‌کنند. اغلب جانوران دیگر گیرنده‌های حساس به لمس در سراسر بدنشان دارند. برای مثال، بزهای کوهی حتی با نشستن ریزترین حشرات بر روی بدنشان تحریک می‌شوند.



▼ **گوش به زنگ**
ببرها حواس قابل توجهی دارند. حس شنوایی دقیق آن‌ها برای تعیین مکان شکار در بین بوته‌های انبوه به‌کار می‌رود. دید دوچشمی (دیدن با دو چشم در جلوی صورت) به آن‌ها توانایی تخمین دقیق فاصله و دید خوب را در تاریکی می‌دهد. موهای سبیل آن‌ها به‌عنوان گیرنده‌های حسی در شب عمل می‌کنند. حس بویایی ببرها نیز فوق‌العاده است.

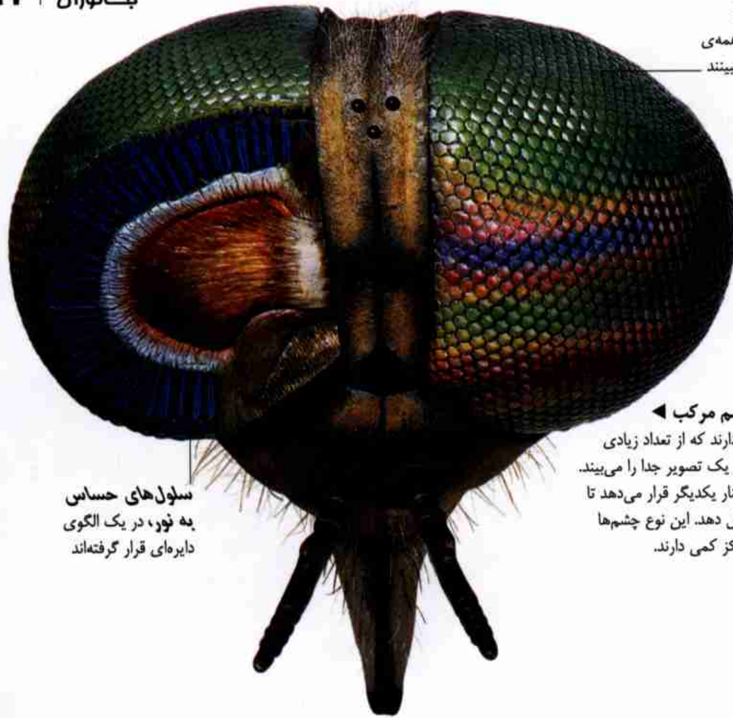
بخش بیرونی گوش، قیفی شکل است تا صداها را جمع آوری کند

موهای سبیل، به حرکت هوا حساس است

بو، برای تشخیص مرزهای قلمرو و جفت به‌کار می‌رود

بینایی

چشم‌های جانوران مختلف بسیار متفاوت از یکدیگر به‌نظر می‌رسند؛ امّا همه‌ی آن‌ها به‌نور پاسخ می‌دهند. بعضی از چشم‌ها، مثل چشم کرم خاکی، ممکن است ساده باشند و فقط به جانور کمک کنند تا از نور فرار کند و در زیر زمین بماند. در مقابل، ممکن است چشم ساختارهایی داشته باشد که به جانور امکان تمرکز بر تصاویر مجزا و دیدن آن‌ها را بدهد. محل قرار گرفتن چشم‌ها نیز مهم است. توانایی در دیدن همه‌ی جهات برای جانوری مثل خرگوش، که شکار جانوران دیگر است، اهمیت دارد. در حالی که توانایی تشخیص فاصله برای شکارچی‌ها و یا جانوران درخت‌زی مهم است.



چشم مرکب ◄
حشرات چشم‌های مرکب بزرگی دارند که از تعداد زیادی عدسی تشکیل شده‌اند. هر عدسی یک تصویر جدا را می‌بیند. مغز حشرات این اطلاعات را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد تا یک تصویر کامل موزاییکی تشکیل دهد. این نوع چشم‌ها به حرکت بسیار حساسند ولی تمرکز کمی دارند.

شنوایی

شنوایی توانایی تشخیص امواج صوتی است. شنوایی برای ارتباط، یافتن جفت و جستجوی شکار مهم است. اندام اصلی شنوایی گوش است. یک بخش مهم گوش غشای محکم کشیده شده‌ای به‌نام پرده‌ی صماخ است که با برخورد امواج صوتی به آن می‌لرزد. برخی از جانوران این لرزش‌ها را از طریق بخش‌های دیگر بدنشان دریافت و تفسیر می‌کنند. مارها می‌توانند از طریق شکم، صدا را احساس کنند.



لرزش‌های زمینی ◄
بسیاری از سوسمارها، مثل این ایگوانای سبز، پرده‌ی صماخی درست پشت چشمشان دارند که امواج صوتی هوا را جمع آوری می‌کند. این جانوران استخوان خاصی نیز در آرواره‌ی خود دارند که لرزش‌های صوتی را از زمین جمع‌آوری می‌کند. به همین علت است که مارها و خزندگان دیگر با وجودی که پرده‌ی صماخ ندارند قادر به شنیدن هستند.



گوش‌های خارجی ◄
گوش خارجی پستانداران بخشی به‌نام لوله‌ی گوش دارد که امواج صوتی را جمع‌آوری و بر روی پرده‌ی صماخ متمرکز می‌کنند. روباه فنک، کوچک‌ترین عضو خانواده‌ی سگ‌سانان است اما بزرگ‌ترین گوش را دارد زیرا باید در شب صدای حرکات حشراتی را که غذای آن را تشکیل می‌دهند بشنود.

بویایی

بویایی مثل چشایی یک حس شیمیایی است. انسان حس بویایی نسبتاً ضعیفی دارد. امّا این حس ابزار ارتباطی حیاتی برای بسیاری از مخلوقات است. بو می‌تواند برای نشانه‌گذاری قلمرو و جلب جفت به‌کار رود. بو به جانور امکان دنبال کردن و یافتن غذا را نیز می‌دهد.



► گیرنده‌های بو
برخی از حشرات، مثل مورچه‌ها، سوسک‌ها و بیدها، با استفاده از شاخک‌های حساس، بو را احساس می‌کنند. حشرات ماده برای جلب جفت موادی شیمیایی به‌نام فرومون، آزاد می‌کنند. نرها می‌توانند برای کمک گرفتن از مورچه‌های دیگر فرومون هشداردهنده تولید کنند.



► بینی در جستجوی غذا
در بسیاری از جانوران، حس بویایی کارآمد برای یافتن غذا ضروری است. خفاش‌های میوه‌خوار با استفاده از بینایی مسیریابی می‌کنند، امّا محل میوه‌های رسیده مثل انبه را با استفاده از بوی آن‌ها پیدا می‌کنند. بسیاری از گوشتخواران شکار خود را از بوی آن دنبال می‌کنند. گرگ‌ها می‌توانند جنسیت، سن و وضعیت سلامتی شکار را از بوی آن تشخیص دهند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ تغذیه ۳۱۲-۳۱۳ • ارتباط ۳۱۸-۳۱۹ • دفاع ۳۲۰-۳۲۱

صدای زوزه می‌تواند در سطحی حدود ۱۰۴ کیلومتر مربع شنیده شود

▶ **گرگ‌ها در حال زوزه کشیدن**
گرگ‌ها در گروه‌های اجتماعی یا دسته، زندگی می‌کنند که شامل نر و ماده‌ی مسلط و فرزندان آن‌هاست. گرگ‌ها با استفاده از زبان بدن، صدا و بو با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. آن‌ها از گوش‌ها، دم و حالت‌های چهره برای ایجاد ارتباط استفاده می‌کنند تا تسلط و فرمانبرداری را بر اساس موقعیت خود در دسته نشان بدهند. گرگ‌ها با ناله کردن به‌یکدیگر سلام و با زوزه کشیدن حضور خود را به‌دیگران اعلام می‌کنند.

ارتباط

صداها، علایم و حرکات بدن **زبان** جانوران را تشکیل می‌دهند و در بقای آن‌ها نقش اساسی دارند. شیوه‌ی ایجاد ارتباط اغلب به میزان نزدیکی جانوران به‌یکدیگر بستگی دارد. صدا در فاصله‌های زیاد و تاریکی مؤثر است، در حالی که زبان بدن و نور، علایم دیداری هستند که معمولاً وقتی جانوران به‌هم نزدیکند، به‌کار می‌روند. بو نیز در ایجاد ارتباط در زمان تولید مثل و برای مشخص‌کردن مرزهای قلمرو به‌کار می‌رود. جانوران معمولاً با اعضای گونه‌ی خود و با استفاده از رمزهایی که فقط خودشان می‌توانند آن‌ها را بفهمند، ارتباط برقرار می‌کنند.



جین گودال
انگلیسی، ۱۹۳۴-
جین گودال بیش از ۴۰ سال است که رفتار شامپانزه‌ها را مورد بررسی قرار داده است. او اولین فردی است که ثابت کرد شامپانزه‌ها ابزار می‌سازند و از ابزار استفاده می‌کنند؛ مهارتی که قبلاً فقط به انسان نسبت داده می‌شد. روش‌های بررسی او، یعنی مشاهده‌ی یک خانواده‌ی شامپانزه در محیط طبیعی، پژوهش‌های مربوط به رفتار میمون‌ها را متحول کرد.



▲ **ترس**
وقتی شامپانزه‌ها می‌ترسند، لب‌هایشان را باز می‌کنند ولی دندان‌هایشان را روی هم قرار می‌دهند. بیش‌تر مثل آن است که دارند به‌زور لبخند می‌زنند. شامپانزه‌ها این حالت را وقتی به شامپانزه‌ی دیگری که از نظر رتبه بالاتر است نزدیک می‌شوند، به‌کار می‌برند.

▲ **فرمانبرداری**
وقتی شامپانزه‌ها می‌خواهند فرمانبرداری خود را نسبت به شامپانزه دارای رتبه‌ی بالاتر نشان دهند، البته شاید بعد از مدتی مشاجره، لب‌های خود را جمع و کمی دهانشان را باز می‌کنند. آن‌ها در عین حال ممکن است ناله کنند.

▲ **هیجان**
دهان باز حاکی از هیجان است. شامپانزه‌های جوان هنگام بازی با یکدیگر این حالت چهره را همراه با خرخر و جیغ وداد به‌کار می‌برند. هر چه شامپانزه‌ها هیجان زده‌تر باشند خرخر آن‌ها بلندتر است.



ارتباط
communication

زبان

برخلاف زبان انسان، در زبان جانوران استفاده از علایم صوتی از اهمیت کمی برخوردار است. جانوران ترکیبی از رفتارها را برای صحبت با جانوران دیگر به‌کار می‌برند. برخی از جانوران با استفاده از بسامد بالاو پایین صدا ارتباط برقرار می‌کنند که انسان‌ها نمی‌توانند آن‌ها را بشنوند. در حالی‌که گروهی از آن‌ها با استفاده از نور، که انسان‌ها هم می‌توانند آن‌ها را ببینند، ارتباط برقرار می‌کنند. برخی نیز از بو برای ایجاد ارتباط استفاده می‌کنند.





▲ **اسکوئید باله بزرگ ساکن آبسنگ**
بسیاری از جانوران اعماق اقیانوس‌ها، از اسکوئید گرفته تا پلانکتون‌ها، برای ارتباط با یکدیگر نور ضعیفی تولید می‌کنند. این نور زیست‌تابی (بیولومینانس) نام دارد. برخی از جانوران اندام‌هایی به‌نام فتوفور دارند که این نور را تولید می‌کند. جانوران دیگر کیسه‌هایی از باکتری در پوستشان دارند که این نور را تولید می‌کند. جانوران از این نور برای یافتن جفت، غذا و یا دفاع و استتار استفاده می‌کنند.

تولید نور در پلانکتون‌ها



برآمدگی‌های کوچک، روی پاهای عقبی به بال‌ها کشیده می‌شوند تا صدای جیرجیر تولید شود

▲ **ملخ جیرجیرکننده**
بسیاری از حشرات با به هم مالیدن بخش‌های سخت خاصی از بدنشان صدا تولید می‌کنند. ملخ‌ها و جیرجیرک‌ها برای جلب ماده‌ها صدای جیرجیر تولید می‌کنند. برخی از ملخ‌ها، پاهای عقبی خود را بر روی بال‌های جلویی می‌مالند. جیرجیرک‌ها قسمت بالایی پاهای عقبی را بر روی شکم‌شان می‌مالند.



▲ **دلفین‌های پوزه بطری‌شکل**
دلفین‌ها علی رغم این که طناب‌های صوتی ندارند بسیار پر سر و صدا هستند و صداهای زیادی مثل سوت، چهچهه و ... تولید می‌کنند. این صداها به‌وسیله‌ی ماهیچه‌های درون حفره‌ی بینی آن‌ها ایجاد می‌شود که بالای سر این جانوران قرار دارد و وقتی به سطح آب می‌آیند، از طریق آن تنفس می‌کنند.



▲ **صداهایی با بسامد پایین**
فیل‌ها صداهای زیادی تولید می‌کنند که برخی از آن‌ها را انسان نمی‌تواند بشنود. این غرش‌های دارای بسامد پایین مسافت طولانی را در هوا و در زیر زمین طی می‌کنند. فیل‌ها لرزش‌ها را با پاها و نوک خرطوم خود تشخیص می‌دهند. این صداها ممکن است توضیحی باشد برای این سوال که چگونه فیل‌های نر تنها، ماده‌ها را پیدا می‌کنند و وقتی اعضای خانواده بسیار از هم دورند با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.



پیام بودار ◄
کاپی‌باراهای امریکای جنوبی در گروه‌های خانوادگی زندگی می‌کنند. نرِ مسلط یک غده‌ی بزرگ تولید کننده‌ی بو به نام موریلو در نوک بینی‌اش دارد. جانور این غده را روی اشیاء می‌کشد تا محدوده‌ی قلمروش را نشانه‌گذاری و مزاحمان را آگاه کند. پیام بودار تا وقتی که جانور برای نشانه‌گذاری مجدد بازگردد، باقی می‌ماند. بسیاری از جانوران از طریق بو ارتباط برقرار می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ حواس ۳۱-۳۱۷ • جمعیت‌ها ۳۲٤

دفاع

در جانوران روش‌های زیادی برای حفاظت در برابر **شکارچی‌ها** تکامل پیدا کرده است. بیش‌تر جانوران حواس دقیقی برای تشخیص حمله و فرار سریع برای در امان ماندن دارند. برخی از جانوران می‌توانند خود را استتار کنند. برخی دیگر خارهای تیزی دارند، سم تولید می‌کنند، و یا خود را بزرگ‌تر از آن چه واقعاً هستند، نمایان می‌کنند. تعداد کمی از جانوران به‌عنوان وسیله‌ای برای فرار، دم و یا دیگر اعضای بدن خود را به‌طور عمدی از دست می‌دهند. البته بعداً این بخش‌ها را دوباره بازسازی می‌کنند. البته شکارچی‌ها هم تکامل پیدا کرده‌اند تا شکار را بهتر بگیرند.



▲ **پروانه‌ی مقلد**
بسیاری از پروانه‌ها بر روی بال‌هایشان علامت‌هایی دارند که به‌نام چشم‌های دروغین معروفند. پروانه‌ی جغد، چشم‌های یک جغد را تقلید می‌کند و در نتیجه پرنده‌های کوچکی را که ممکن است به‌طور طبیعی غذای جغدها باشند، می‌ترساند.

گمراه کردن دشمن ◄
تعدادی ازجانوران، مثل جوجه تیغی و توتیای دریایی، سوزن‌های دفاعی دارند. پف‌ماهی خاردار، برای دفاع خار دارد ولی شکل دفاعی دیگری نیز دارد. وقتی این جانور مورد حمله قرار گیرد با بلعیدن مقدار زیادی آب، بدنش را باد می‌کند. در این حالت، خارهای بدن آن راست می‌ایستند. ماهی باد کرده در گلوی هر شکارچی گیر می‌کند و فرو نمی‌رود.

ماهی آب را می‌بلعد و آنقدر بزرگ می‌شود که شکارچی نمی‌تواند آن را ببلعد



قورباغه‌ی تیر سمی ◄
برخی از دوزیستان با تولید سم از خود دفاع می‌کنند. شکارچی‌های قورباغه‌ی تیر سمی، مثل مارها و عنکبوت‌ها، از سم‌های ملایم آسیب نمی‌بینند. در نتیجه، در این قورباغه‌ها ترشحات پوستی بسیار سمی تکامل پیدا کرده‌اند که برای شکارچی‌های آن‌ها ناخوشایند و حتی مرگ‌آور است. در این قورباغه‌ها علائم رنگارنگی نیز ایجاد شده است تا شکارچی‌ها را از خطرناک بودن آن‌ها آگاه کند.

پوست، درخشان و پوشیده از ترشحات سمی

ترفند اسکینک درختی

برخی از سوسمارها، مثل اسکینک، اگر از پشت سر مورد حمله قرار گیرند، می‌توانند بخشی ازدم خود را بیندازند. دم در دهان شکارچی همچنان می‌جنبد و توجه او را از اسکینک در حال فرار دور می‌کند. اسکینک بعداً می‌تواند دم خود را دوباره برویاند.





► **استتار**
بسیاری از ماهی‌هایی که در کف دریا می‌آرامند، مثل ماهی دیل، می‌توانند رنگ پوست خود را تغییر دهند تا با زمینه‌ای که بر روی آن قرار دارند، هماهنگ شوند. این کار تقریباً آن‌ها را از دید شکارچی‌ها پنهان می‌کند. در زیر سطح پوست این جانوران سلول‌های خاصی وجود دارند که می‌توانند روشن‌تر و یا تیره‌تر شوند. آفتاب پرست‌ها و اسکوئید نیز از جمله جانورانی هستند که می‌توانند رنگ خود را در هماهنگی با محیط تغییر دهند.

شکارچی‌ها

جانوری که جانوران دیگر را می‌کشد تا از آن‌ها تغذیه کند، شکارچی نام دارد. شکار، علت اصلی حمله‌ی یک جانور از یک گونه به جانوری از گونه‌ی دیگر است. جانورانی که مورد حمله قرار می‌گیرند، ممکن است از بچه‌ها و یا گروه خانوادگی خود دفاع کنند. اما در اغلب موارد آن‌ها تلاش می‌کنند از گرفتار شدن بگریزند. بعضی از جانوران، تخم و یا افراد جوان‌تر هم‌گونه‌ی خود را می‌خورند. شکارچی‌ها ممکن است فعالانه دنبال غذا بگردند و یا برای گرفتن آن در جایی کمین کنند و منتظر بمانند.



نیش‌های سمی، در جلوی دهان قرار دارند

سلاح‌های مرگبار ◀
مارها برای کشتن شکارهای بزرگ از دو روش استفاده می‌کنند. مارهای سمّی طعمه‌ی خود را گاز می‌گیرند و به بدن آن زهر تزریق می‌کنند که بر دستگاه عصبی و گردش خون طعمه اثر می‌گذارد. مارهای منقبض کننده، شکار را می‌گیرند و با پیچیدن به دور شکار، آن را خفه می‌کنند. این مارها با سرعت زیادی حمله می‌کنند. اما ممکن است خوردن جانور بزرگ چند ساعت طول بکشد.

فاصله بین آرواره‌ها افزایش می‌یابد تا با شکار بزرگ هماهنگ شود

دفاع
predators



▼ حمله‌ی دسته‌ای
سگ‌های شکاری آفریقایی به نوبت رهبری دسته را هنگام تعقیب شکار بر عهده می‌گیرند تا پیش از آن که خودشان خسته شوند، شکار کاملاً خسته شود. سرانجام وقتی شکار خسته می‌شود، همه‌ی آن‌ها با هم برای کشتن آن اقدام می‌کنند. تعدادی از پستانداران شکارچی، به‌طور گروهی شکار می‌کنند. این روش به آن‌ها امکان می‌دهد با شکارهایی گلاویز شوند که ممکن است برای هر یک از آن‌ها به‌تنهایی خیلی بزرگ، خطرناک و یا بسیار خسته کننده باشند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ بقای گیاهان ۲۷۴-۲۷۵ • تغذیه ۳۱۲-۳۱۳ • تکامل ۳۲۸-۳۲۹

چرخه‌های رفتاری

جانوران رفتارهای غریزی متعددی دارند که با آب و هوا در ارتباطند. تغییرات فصلی باعث آغاز مهاجرت جانوران می‌شود. جمعیت‌های جانوران از محلی به محل دیگر می‌روند و دوباره باز می‌گردند. جانوران ممکن است هزاران کیلومتر راه برای پیدا کردن غذا و یا تولید مثل، بپیمایند. برخی از جانوران مهاجرت نمی‌کنند و در یک محل باقی می‌مانند و در آب و هوای نامساعد، در مرحله‌ای به‌نام **دوره‌ی رکود** قرار می‌گیرند. برخی جانوران در شب و برخی دیگر در روز فعالند.

▼ مهاجرت گوزن شمالی
گوزن‌های شمالی در تابستان غذای زیادی می‌خورند و تا جایی که ممکن است وزن آن‌ها زیاد می‌شود تا بتوانند فصل نامساعد زمستان را بگذرانند. این جانوران همواره در حرکتند. آن‌ها پیش از حرکت به‌سوی چراگاه‌های تازه، در یک ناحیه چرا می‌کنند. با بارش اولین برف در پاییز، این جانوران به‌سوی جنوب و محل چرای زمستان مهاجرت می‌کنند. در جنوب، هوا ملایم‌تر و غذای بیش‌تری در دسترس است. سپس در بهار، گوزن‌های ماده پیشاپیش همه، راه سرزمین‌های شمالی را در پیش می‌گیرند.

پوششی از پشم متراکم، برای حفاظت از سرما

بدن نیرومند است و استقامت زیادی دارد

پاها سم‌های بزرگی دارند که از فرو رفتن در برف جلوگیری می‌کند



▲ سفر طولانی بازگشت به خانه
ماهی‌های آزاد بیش‌تر زندگی خود را در دریا می‌گذرانند ولی برای تولید مثل (تخم‌ریزی) به جویبارهایی که در آن متولد شده‌اند، باز می‌گردند. معلوم نیست که ماهی‌های آزاد چطور این جویبارها را پیدا می‌کنند. زیست‌شناسان فکر می‌کنند آن‌ها با استفاده از حس بویایی خود جهت‌یابی می‌کنند. تلاش برای شنا در خلاف جهت رودخانه و تخم‌ریزی، ماهی‌های آزاد را از رمق می‌اندازد و فقط تعداد کمی از آن‌ها برای انجام سفر بازگشت زنده می‌مانند.



گوش‌های پیشرفته بسیار مناسب برای شنیدن

چشم‌های بزرگ برای دیدن حشرات در شب

پوشش پشمی که جانور را از سرمای شب حفظ می‌کند

گالاگوی شب شکار ◄
جانوران شب‌شکار، مثل گالاگو که در جنگل‌های سنگال آفریقا زندگی می‌کند، با زندگی در تاریکی سازش پیدا کرده‌اند. در طول روز، این جانور کوچک ممکن است از حمله‌ی شکارچی‌ها صدمه ببیند و ناچار است با حشره‌خواران زیادی رقابت کند. جانور با خوابیدن در طول روز و شکار در شب از این مساله دوری می‌کند.

جهت‌یابی در مسافت‌های دور ◀
در پایان تابستان و آغاز پاییز، روزها کوتاه می‌شوند و تعداد زیادی از پرندگان، از جمله غازهای برفی، پیش از مهاجرت به مناطق گرم‌تر، دور هم جمع می‌شوند. برخی پرندگان می‌توانند مسافت‌های طولانی را تا رسیدن به مقصد نهایی بدون توقف پرواز کنند. پرندگان با استفاده از خورشید، ستاره‌ها و نشانه‌های آشنا مثل رودخانه‌ها و خطوط ساحلی جهت‌یابی می‌کنند.

◀ ماراتن پروانه‌ای مونارک
هر سال نزدیک به صد میلیون پروانه‌ی مونارک از همه‌جای امریکا به جنوب، یعنی کالیفرنیا و مکزیک که نسبتاً گرم‌ترند، مهاجرت می‌کنند. کاهش دما در آخر تابستان باعث آغاز مهاجرت می‌شود، چون این پروانه‌ها نمی‌توانند در دمای کم‌تر از ۱۲/۸ درجه‌ی سانتی‌گراد پرواز کنند. پروانه‌ها برای گرم شدن در استراحتگاه‌های زمستانی دور هم جمع می‌شوند و هر پروانه بال‌هایش را روی پروانه‌ی زیری قرار می‌دهد.





غازهای برفی
مسافتی ۴۸۰۰ کیلومتری را مهاجرت می‌کنند

دوره‌ی رکود

خواب زمستانی نوعی رکود (غیرفعال شدن) است که در آن، جانوران از موادی که در بدنشان ذخیره کرده‌اند استفاده می‌کنند. در طی خواب زمستانی جانوران به‌خواب عمیقی فرو می‌روند و فعالیت دستگاه‌های بدنشان بسیار کند می‌شود. در تورپور، که شکل دیگری از رکود است، فعالیت بدن جانوران بسیار آهسته می‌شود ولی می‌توانند به‌آسانی بیدار شوند. در دوره‌ی رکود تابستانی، جانوران هنگام فصل‌های خشک، به‌درون نقب‌هایی در زیر شن و یا گل فرو می‌روند و با بارش باران از سوراخ بیرون می‌آیند.



▲ خواب زمستانی
موش‌های زمستان خواب، در بدن خود چربی ذخیره می‌کنند؛ بنابراین می‌توانند در دوره‌ی طولانی خواب زمستانی، که در گونه‌های اروپایی تا ۷ ماه هم طول می‌کشد، به بقای خود ادامه دهند. قبل از آغاز زمستان آن‌ها مقادیر بسیار زیادی میوه و دانه می‌خورند. در فصل‌های دیگر سال این جانوران از حشرات و دانه‌ها تغذیه می‌کنند. تغییر در رژیم غذایی از فعالیت این جانوران می‌کاهد و آن‌ها را آماده‌ی خواب زمستانی می‌کند. در اواخر دوره‌ی خواب زمستانی، گاهگاهی هشیار می‌شوند و خروج از حالت خواب عمیق را آغاز می‌کنند. این موش‌ها به‌محض بیدار شدن از خواب جفت‌گیری می‌کنند.



▲ وزغ حفار
وزغ حفار با برآمدگی بیل‌مانند پای خود، زمین را حفر می‌کند و هنگام خشکسالی با حفر سوراخی با عمق بیش از یک متر، خود را در زیر زمین مدفون می‌کند. سپس با جدا شدن چند لایه از پوستش، پوششی به‌دور بدنش ایجاد می‌شود که از خشک شدن آن جلوگیری می‌کند. وزغ تا بارش دوباره‌ی باران درون این پیله‌ی امن باقی می‌ماند. افزایش رطوبت باعث پاره شدن این پوشش حفاظتی می‌شود و وزغ، خاک را کنار می‌زند و به‌سطح زمین باز می‌گردد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ تغذیه ۳۱۲-۳۱۳ ● جمعیت‌ها ۳۲۴ ● آب و هوا ۲۳۶-۲۳۷



▲ **حافظت گروهی**

میرکات‌ها پستاندارانی هستند که به‌شکل گروهی زندگی می‌کنند. هر دسته شامل چند خانواده است که با یکدیگر متحدند و در یک قلمرو سکونت دارند و با هم از قلمرو خود در مقابل میرکات‌های همسایه و شکارچی‌ها دفاع می‌کنند. یکی دو عضو گروه به‌عنوان نگهبان عمل می‌کنند. نگهبان‌ها از نزدیک‌ترین بلندی بالا می‌روند و نگهبانی می‌دهند.

جمعیت‌ها

جانورانِ یک گونه را که در یک منطقه زندگی می‌کنند و با یک‌دیگر زاد و ولد می‌کنند، یک جمعیت می‌نامند. اندازه‌ی جمعیت و مساحتی که اشغال کرده است، در رابطه با بیماری‌ها و نیز رقابت با جانوران دیگر، در طول زمان تغییر می‌کند. اصطلاح جمعیت شامل جانورانی است که یا جدا و به‌صورت غیرمجتمع زندگی می‌کنند و گاه سطح وسیعی را قلمرو خود می‌سازند، و یا جانورانی که یک خانواده را تشکیل می‌دهند؛ و یا جانورانی که یک گروه بزرگ‌تر، مانند یک کلنی را ایجاد می‌کنند. برخی از گروه‌ها موقتی هستند و فقط در فصل زاد ولد تشکیل می‌شوند.

جمعیت‌ها
populations

▶ **سازمان کلنی**

موریانه‌ها در کلنی‌هایی با بیش از یک میلیون عضو درون پشته‌های بزرگ خاکی زندگی می‌کنند. همه‌ی اعضای کلنی از یک ملکه و جفت آن به‌وجود می‌آیند و فقط در صورتی به بقای خود ادامه می‌دهند که به‌طور گروهی کار کنند. هر ملکه‌ی موریانه در روز ۳۰/۰۰۰ تخم می‌گذارد و برای مراقبت از خود و تخم‌هایش به موریانه‌های کارگر وابسته است. موریانه‌های دیگر، یعنی سربازها، با استفاده از آرواره‌های نیرومندشان که می‌توانند هر مهاجمی را گاز بگیرند از لانه دفاع می‌کنند.



اتاقک‌های واقع در وسط لانه برای اقامت موریانه‌ها



پشته‌ی خاکی لانه را موریانه‌های کارگر می‌سازند



▲ **اعضای خانواده**

چیتاها جمعیت‌های پیچیده‌ای دارند. نرها دائم از جایی به‌جای دیگر می‌روند و یا بر سر قلمرو دعوا می‌کنند. آن‌ها به‌تنهایی و یا به‌صورت جفت زندگی می‌کنند. این جفت‌ها که اغلب برادر هستند در طول زمان حیات با یکدیگر زندگی می‌کنند و به‌دنبال شکار می‌روند. گاهی این چیتاها دعوی قلمروی را می‌کنند که با قلمرو چیتاهای ماده هم‌پوشانی دارد و آن‌ها با ریختن ادرار خود بر روی درختان، مرزهای قلمروشان را نشانه‌گذاری می‌کنند. چیتاهای نر و ماده فقط در دوران جفت‌گیری با هم زندگی می‌کنند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ تولید مثل ۳۰۸-۳۰۹ ● دفاع ۳۲۰-۳۲۱

اجتماع‌های زیستی

یک اجتماع زیستی مجموعه‌ای از جمعیت‌هایی است که با یکدیگر در تعاملند. از آن‌جا که محیط‌های زیست به‌طور قابل توجهی از نظر اندازه و پیچیدگی متفاوتند، جاندارانی هم که در آن‌ها زندگی می‌کنند، متفاوتند. در هر اجتماع زیستی، جانوران مختلف با یکدیگر در تعامل به‌سر می‌برند. بعضی از این تعامل‌ها به نفع هر دو طرف است و در برخی از آن‌ها فقط یک طرف سود می‌برد. به هر حال، رقابت شدید بین گونه‌ها سودی برای هیچ یک از آن‌ها ندارد.



◀ زندگی با پس‌مانده‌ی غذا
این ماهی خالدار با ماهی چسبنده، که زیر آن قرار دارد، شنا می‌کند. بر روی سر ماهی چسبنده، صفحه‌ای قرار دارد که به کمک آن می‌تواند خود را به ماهی بزرگ بچسباند. ماهی چسبنده، با این سواری رایگان انرژی ذخیره می‌کند، از حمله‌ی شکارچی‌ها در امان می‌ماند و از غذای پس مانده‌ی ماهی بزرگ استفاده می‌کند. ماهی خالدار از این ارتباط نه سودی می‌برد و نه زیانی می‌بیند.

▲ سود دوطرفه
ارتباط بین دو گونه به شکلی که هر دو سود ببرند، همیاری نامیده می‌شود. این سار کنه‌خوار از شپش‌ها و کنه‌هایی که آهوی آفریقایی را اذیت می‌کنند، تغذیه می‌کند. پرنده از داشتن یک منبع دائم غذایی سود می‌برد. آهو هم سود می‌برد زیرا حشراتی که خون او را می‌مکند، از او دور می‌شوند.





سود یک‌طرفه ◀
در بعضی ارتباط‌ها فقط یکی از جانوران سود می‌برد و رابطه برای جانور دیگر مضر است. کنه‌های روی بدن گوزن انگل‌هایی هستند که از خون آن تغذیه می‌کنند. این کنه‌ها خون مخلوقات دیگر مثل انسان را نیز می‌مکند و عامل بروز بیماری می‌شوند.



شیرماهی و بسیاری ازجانوران دیگر در آبسنگ‌های مرجانی سکونت دارند

▼ اجتماع زیستی دریایی
آبسنگ‌های مرجانی، مجموعه‌ای از مرجان‌ها هستند که با یکدیگر زندگی می‌کنند و محیطی بسیار غنی را برای گروه زیادی از جانوران فراهم می‌آورند. اما مرجان‌هایی که پایه‌ی اصلی آبسنگ‌ها را تشکیل می‌دهند برای زنده ماندن به غذایی بیش‌تر از آن چه در دسترس آن‌هاست، نیاز دارند. مرجان‌ها غذای اضافی را از جلبک‌های میکروسکوپی که درونشان زندگی می‌کنند، به‌دست می‌آورند. جلبک‌ها برای ساختن غذا به‌نور خورشید نیاز دارند. به همین علت آبسنگ‌های مرجانی فقط در آب‌های شفاف و کم‌عمق یافت می‌شوند.

وراخ‌ها و گوشه‌های
سنگ پناهگاهی را برای
انوران فراهم آورده است

نیز نگاه کنید به ◀◀ زیستگاه‌ها ۲۴۶-۲۴۷ • گیاهان انگل ۲۷۰ • بوم شناسی ۳۲۶-۳۲۷

بوم‌شناسی

بوم‌شناسی یا اکولوژی ارتباط موجودات زنده و محیط آن‌ها را بررسی می‌کند. جانوران با شرایط خاص یک محیط سازگار شده‌اند و نقش خاصی، مثل شکارچی و یا شکار، را بر عهده دارند. این نقش را کنام بوم شناختی می‌نامند. گیاهخواران از گیاه تغذیه می‌کنند و گوشتخواران، گیاهخواران را می‌خورند و همه چیز خوارها از هر دو تغذیه می‌کنند. این تسلسل از گیاهان به گوشتخواران را **زنجیره‌ی غذایی** می‌نامند.

اکوسیستم ◄
مجموعه‌ی اجتماع‌های جانوران و محیطی را که با آن تعامل دارند اکوسیستم می‌نامند. اکوسیستم‌ها شامل زنجیره‌های غذایی کامل‌اند. علفزار ساوانای آفریقا یک اکوسیستم بزرگ است که در آن گیاهان، علف‌خوارانی مثل گور اسب و گوزن‌های یالدار که از گیاهان تغذیه می‌کنند، و گوشتخوارانی مثل شیر و پلنگ، که علفخواران را شکار می‌کنند، سکونت دارند.





▲ زیستگاه نامساعد
یک زیستگاه منطقه‌ای است مثل کنار دریا و یا ناحیه‌ای جنگلی که انواع خاصی از جانوران در آن زندگی می‌کنند. بعضی از زیستگاه‌ها جانداران متنوعی را در خود جای داده‌اند. برخی دیگر کنام‌های کم‌تری دارند و در نتیجه گونه‌های کم‌تری در آن‌ها زندگی می‌کنند، اگرچه ممکن است تعداد زیادی از یک گونه در آن‌ها جمع شوند. شاه پنگوئن‌ها یکی از معدود جانورانی هستند که می‌توانند در شرایط سخت و سرد قطب جنوب زندگی کنند.



▲ کنام بوم شناختی
کنام عقاب هارپی که یک شکارچی است، جنگل‌های جنوب آمریکاست. این عقاب سازگاری‌هایی مثل بال‌های کوتاه و پهن دارد که می‌تواند با آن‌ها از لابه‌لای درختان پرواز کند. در هر محیط مشخصی کنام‌های متعددی وجود دارد، اما همه‌ی جانوران باید با دیگر اعضای جامعه برای به‌دست آوردن منابع، از جمله غذا، رقابت کنند. یک جانور نمی‌تواند برای همیشه بر یک کنام تسلط داشته باشد.



▲ آبگیر صخره‌ای
یک آبگیر صخره‌ای کنام‌های زیادی برای زندگی جانوران دارد. بخش‌هایی از آبگیر صخره‌ای در اثر جزر از آب بیرون می‌آیند. در نتیجه برخی از ساکنان آن با امواج دریا مواجه می‌شوند در حالی که گروهی دیگر محفوظ‌ترند. برخی هم در معرض تغییرات شدید دما قرار دارند. جانوران و جلبک‌های ساکن آبگیر صخره‌ای باید با این شرایط سازگار شوند.

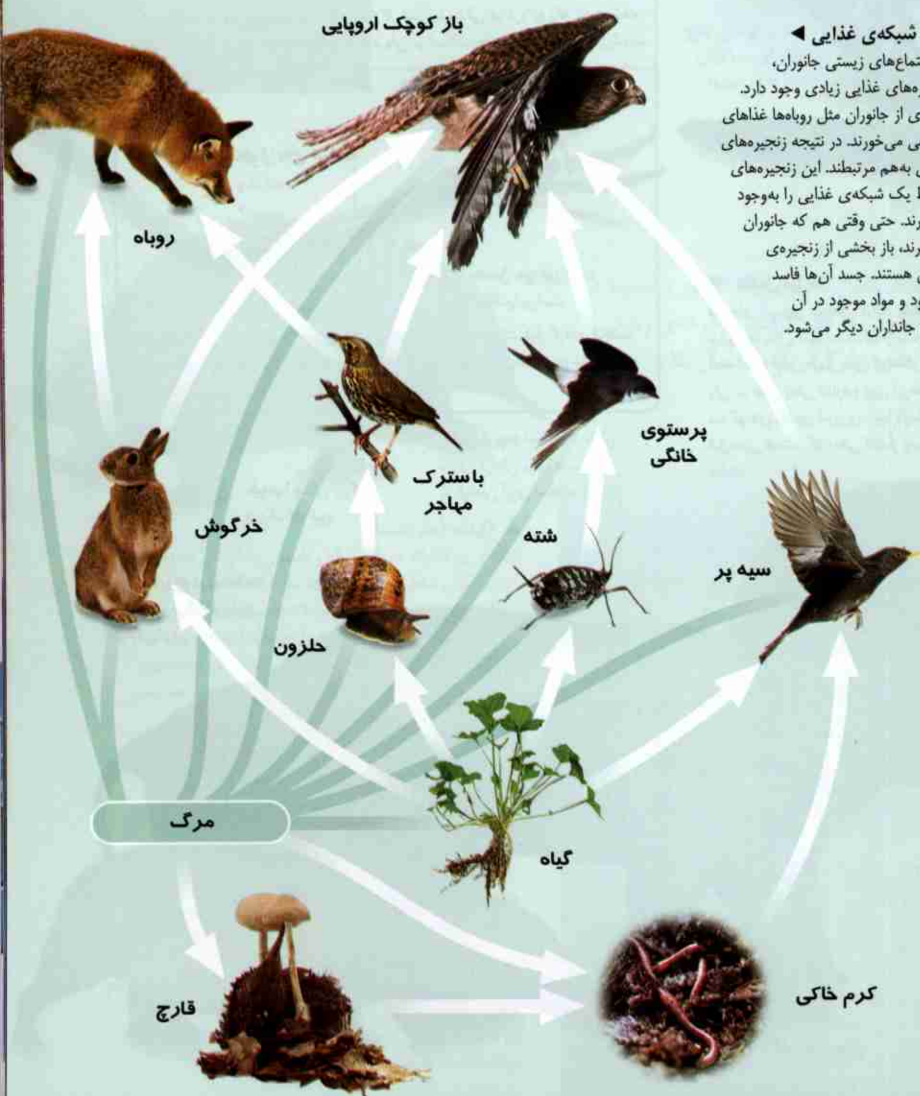
زنجیره‌ی غذایی

جانوران با خوردن موجودات زنده‌ی دیگر انرژی و مواد غذایی به‌دست می‌آورند. جریان انرژی از یک موجود زنده به موجود زنده‌ی دیگر، زنجیره‌ی غذایی نام دارد.



هرم غذایی ◄
گیاهان انرژی مورد نیاز خود را به‌طور مستقیم از خورشید به‌دست می‌آورند و بنابر این در پایین زنجیره‌ی غذایی قرار دارند. گیاهان انرژی مورد نیاز گیاهخواران را فراهم می‌کنند و به‌همین علت آن‌ها را تولید کننده می‌نامند. گیاهخواران را اولین مصرف کننده می‌نامند. گوشتخواران که از گیاهخواران تغذیه می‌کنند مصرف کننده‌ی دوم هستند. جانورانی که مصرف کننده‌های دوم را می‌خورند، مصرف کننده‌های سوم نامیده می‌شوند. بسیاری از گوشتخواران، گیاه‌خواران و گوشتخواران کوچک‌تر را می‌خورند و بنابراین می‌توانند هم مصرف کننده‌ی دوم و هم سوم باشند. تعداد جانوران در بالای زنجیره‌ی غذایی کم‌تر از پایین آن است.

شبکه‌ی غذایی ◄
در اجتماع‌های زیستی جانوران، زنجیره‌های غذایی زیادی وجود دارد. بسیاری از جانوران مثل روباه‌ها غذاهای متنوعی می‌خورند. در نتیجه زنجیره‌های غذایی به‌هم مرتبطند. این زنجیره‌های مرتبط یک شبکه‌ی غذایی را به‌وجود می‌آورند. حتی وقتی هم که جانوران می‌میرند، باز بخشی از زنجیره‌ی غذایی هستند. جسد آن‌ها فاسد می‌شود و مواد موجود در آن غذای جانداران دیگر می‌شود.



نیز نگاه کنید به ◄◄ تغذیه ۳۱۲-۳۱۳ • اجتماع‌های زیستی ۳۲۵

تکامل

فرایند وقوع تغییر در موجودات زنده در طول زمان را تکامل می‌نامند. این تغییرات از یک نسل به نسل بعدی از طریق ژن‌ها منتقل می‌شوند. تکامل ممکن است بر اثر فرایندی به‌نام **انتخاب طبیعی** رخ داده باشد. در طبیعت افرادی که **سازگاری** خاصی دارند که به بقای آن‌ها کمک می‌کند، با احتمال بیش‌تری تولید مثل می‌کنند و اغلب ژن‌های خود را بیش‌تر از رقبایشان به نسل بعد منتقل می‌کنند. در نتیجه‌ی این سازگاری، در نسل بعدی تعداد اعضای گونه بیشتر می‌شود.





▶ **دانکلئوستوس**
برخی از جانوران بر اثر فرایند تکامل منقرض شده‌اند و جانوران دیگری که توان بقای بیش‌تری داشتند، جایگزین آن‌ها شدند. دانکلئوستوس ماهی زره‌دار و دارای آرواه‌های نیرومندی بود که ۳۵۰ میلیون سال پیش زندگی می‌کرد. احتمال دارد این جانور با تکامل کوسه‌ماهی‌های بزرگ‌تر و پر سرعت‌تر، منقرض شده باشد زیرا کوسه‌ماهی‌ها در شکار ماهی‌هایی که غذای مشترک این جانوران بودند توان رقابتی بالاتری داشتند.

اختصاصی‌شدن برای بقا

اگرچه اندام حرکتی پیشین پستانداران، پرندگان و خزندگان به روش‌های متفاوتی تغییر یافته‌اند، اما یکسان بودن طرح اصلی آن‌ها این فرضیه را مطرح می‌کند که همه‌ی آن‌ها از یک نیای مشترک سرچشمه گرفته‌اند. طرح اصلی شامل یک استخوان بازو دو استخوان ساعد و پنج انگشت است.



پرنده: استخوان بال یک پرنده، مشابه اندام حرکتی پیشین یک پستاندار است ولی تعداد انگشتان از پنج به دو کاهش یافته است. این طرح اصلی یکسان استخوان‌ها در همه‌ی مهره‌داران خشکی و دوزیستان نیز دیده می‌شود.



دلفین: اندام حرکتی این پستاندار برای سازگار شدن با زندگی در دریا به باله تبدیل شده است. انگشت‌ها در زیر گوشت پنهان شده‌اند ولی در اسکلت جانور به‌وضوح دیده می‌شوند.



شامپانزه: این بازو برای بالا رفتن و گرفتن اشیاء تغییر یافته است. قرار گرفتن انگشت شست مقابل چهار انگشت دیگر به جانور امکان گرفتن اشیاء را می‌دهد و چرخش آرنج و مچ، مهارت و چالاکی بیش‌تری را فراهم آورده است.

▼ **تکامل فیل‌ها**
فیل‌های امروزی نتیجه‌ی فرایند طولانی تکاملند. در طی میلیون‌ها سال، تغییرات اندک از یک نسل به نسل بعدی منتقل شده است. اولین فسیل‌های گونه‌های فیل، کوچک بودند ولی در طول زمان اندازه و وزن آن‌ها افزایش یافت. سه گونه‌ی زنده‌ی امروزی، تنها بازمانده‌های فیل‌هایی هستند که زمانی انتشار وسیعی داشتند.



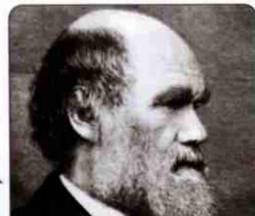




انتخاب طبیعی

همه‌ی زاده‌های جانداران زنده نمی‌مانند تا بزرگسالی را تجربه کنند. جانورانی که ویژگی‌های مطلوبی دارند، مثل داشتن خز ضخیم و بلند برای جانوری که در آب و هوای سرد زندگی می‌کند، از آن‌هایی که فاقد این ویژگی‌ها هستند، احتمال بقای بیش‌تری دارند.

◀ بید فلفلی
در طول انقلاب صنعتی در دهه‌ی ۱۸۸۰، آلودگی هوا باعث شد درختان مناطقی از انگلستان تیره رنگ شوند. پیش از آن، تعداد بیدهای فلفلی سیاه کمیاب، رو به افزایش گذاشته بود. چون پرنده‌ها، آن‌ها را سخت‌تر از بیدهای فلفلی دیگر پیدا می‌کردند. تا سال ۱۹۰۰ بیش‌تر بیدهای مناطق صنعتی سیاه رنگ بودند. اکنون با کنترل آلودگی هوا، تعداد بیدهای سیاه دوباره کاهش یافته است.



چارلز داروین
انگلیسی، ۱۸۰۹– ۱۸۸۲
داروین سال‌های زیادی را صرف کرد تا برای تأیید نظریه‌اش، یعنی تکامل از طریق انتخاب طبیعی، شواهد لازم را جمع آوری کند. چارلز داروین تاثیر ویژگی‌های متفاوت بر بقای جانوران را انتخاب طبیعی نامید. انتخاب طبیعی یک علت تکامل جانداران است ولی تنها علت آن نیست.



◀ هانی کریپرها
بر اثر انتخاب طبیعی گونه‌های جدید به‌وجود می‌آیند. این هانی‌کریپرهای ساکن هاوایی از یک نیای واحد به‌وجود آمده‌اند که مدت‌ها قبل به این جزایر آمده بود. آن‌ها از غذاهای مختلف تغذیه می‌کردند و هیچ پرنده‌ی رقیبی وجود نداشت. پس از گذشت زمانی طولانی و به‌وجود آمدن نسل‌های متعدد، منقار این پرندگان برای تغذیه از غذاهای جدید تغییر پیدا کرد.

سازگاری

سازگاری جانوران یکی از پیامدهای انتخاب طبیعی است. سازگاری یعنی هماهنگ شدن تدریجی یک جانور با محیط در طول زمان. این اصطلاح درباره‌ی هر آن‌چه که به یک جانور مربوط است، از آناتومی و رفتار گرفته، تا چرخه‌ی زندگی آن، به کار می‌رود. سازگاری یکی از فرایندهای مهم تکامل است، زیرا هر چه جانور سازگارتر باشد احتمال بقا و تولید مثل آن بیش‌تر است.

▲ اکیدنه (خارپشت)
اکیدنه‌ی پوزه کوتاه که در استرالیا و تاسمانی زندگی می‌کند به‌خوبی با رژیم غذایی شامل مورچه و موریانه سازگار شده است. این جانور چنگال‌های نیرومندی برای شکافتن لانه‌های مورچه‌ها و موریانه‌ها و زبان دراز چسبنده‌ای برای جمع‌آوری آن‌ها دارد. اکیدنه‌ی پوزه کوتاه برای حفاظت از خود خار دارد. این جانور نمی‌تواند مثل جوجه تیغی خود را گلوله کند. در عوض، وقتی احساس خطر کند به‌سرعت زمین را می‌کند تا از بخش نرم زیر شکم خود حفاظت کند.



◀ ایگوانای دریایی
ایگوانای دریایی در جزایر گالاپاگوس زندگی و فقط از جلبک تغذیه می‌کند. این جانور برای این نوع زندگی سازگاری‌هایی دارد. از آن‌جا که جانور زیر آب تغذیه می‌کند؛ شناگر خوبی است و دم بلندی دارد که از دو طرف پهن شده است و به جانور کمک می‌کند تا در آب به سرعت پیش برود. این جانور ساختارهای غده‌ای خاصی در بینی خود دارد که به آن کمک می‌کند تا نمک اضافی را از بدن خود دفع کند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ انقراض ۳۳۴ • ژنتیک ۳۶۴-۳۶۵

زندگی پیش از تاریخ

از آغاز حیات، یعنی از بیش‌تر از ۳/۵ میلیون سال قبل، بر اثر تکامل تنوع بسیار زیادی از جانداران به‌وجود آمده است. اولین جانداران شکل‌های میکروسکوپی ساده، مثل باکتری‌ها، بودند که از آن‌ها مخلوقاتی تکامل پیدا کردند که بیش از پیش پیچیده شدند تا این که سرانجام جانوران امروزی به‌وجود آمدند. امّا در این میان، برخی از جانوران مثل **دایناسورها** منقرض شدند.



▲ فسیل سنجاقک
این سنجاقک ما قبل تاریخ به‌صورت یک فسیل حفظ مانده است. مثل بسیاری از حشرات، سنجاقک‌ها هم از زمانی که برای اولین بار ظاهر شدند، تغییرات آشکاری کرده‌اند. حشرات، گروه بسیار موفق جانوری هستند، که اولین بار حدود ۴۰۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند. حدود ۳۲۰ میلیون سال پیش، در برخی از حشرات بال‌ها تکامل پیدا کرد. در نتیجه حشرات اولین جانوران پرنده بودند.

دوران‌های زندگی روی کره‌ی زمین

پروتروزوئیک از زمان آغاز حیات تا پیش از آغاز حیات

پالئوزوئیک از ۵۴۰ میلیون سال قبل آغاز شد و ۲۹۰ میلیون سال طول کشید. ماهی‌ها حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش در دریاها و رودخانه‌ها ظاهر شدند. با گذشت زمان، در برخی از آن‌ها پا و شش تکامل پیدا کرد و دوزیستان به‌وجود آمدند. بعد، خزندگانی چون دایمترودون از دوزیستانی که از هوا تنفس می‌کردند، به‌وجود آمدند.



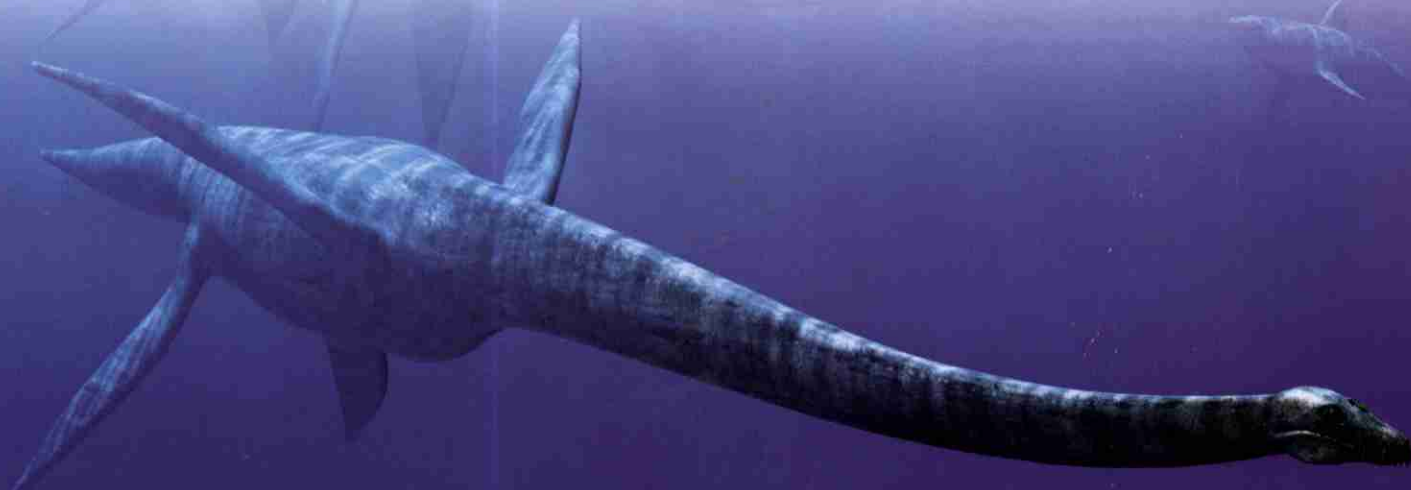
مزوزوئیک این عصر از ۲۵۰ تا ۶۵ میلیون سال قبل طول کشید. جانداران مشخص این دوره دایناسورها، خزندگان پرنده و خزندگان غول‌آسای دریایی بودند. پرندگان در ۱۵۰ میلیون سال قبل به‌وجود آمدند. در پایان این عصر، پستانداران جفت‌دار از پستانداران ابتدایی‌تر تکامل پیدا کردند.



سنوزوئیک این عصر ۶۵ میلیون سال پیش آغاز شد و تا امروز ادامه دارد. نیاکان بیش‌تر گروه‌های پستانداران امروزی در این دوره ظاهر شدند. نیاکان اصلی انسان، یعنی اولین هومی نیدهای راست قامت، حدود ۵ میلیون سال قبل تکامل یافتند.



▼ الاسموساروس
حدود ۲۰۶ تا ۶۵ میلیون سال پیش، خزندگانی با گردن دراز به‌نام پلزیوسارها در اقیانوس‌ها زندگی می‌کرد. الاسموساروس یکی از بزرگ‌ترین خزندگان بود. چون این جانور هیچ خویشاوند زنده‌ای ندارد، دانشمندان فقط می‌توانند حدس بزنند که آن‌ها چطور زندگی و حرکت می‌کردند. باله‌های بسیار بزرگشان احتمالاً مثل پاروهای یک قایق عمل می‌کردند و جانور را به‌جلو می‌راندند یا با حرکت به بالا و پایین، نیروی پیش‌بری را فراهم می‌کردند.



دایناسورها

دایناسورها گروه منقرض شده از خزندگان خشکی‌زی بودند. پاهای آن‌ها بیشتر به عمود بودن در زیر بدنشان متمایل بود تا اتصال به دو طرف بدن آن‌ها. دایناسورها بر اساس شکل استخوان‌های لگن در دو گروه قرار می‌گیرند. نزدیک‌ترین خویشاوندان زنده‌ی آن‌ها پرندگان هستند، که از دایناسورهای گوشت‌خوار تکامل یافته‌اند.

دایناسور منقار اردکی ◄
کورتیوساروس دایناسور گوشت‌خواری بود که در ۱۶۵ تا ۱۳۵ میلیون سال پیش می‌زیست. این جانور منقاری شبیه اردک و یک برآمدگی توخالی در بالای سرش داشت که احتمالاً برای نمایش(مثلاً هنگام جفت‌طلبی) و یا شاید برای تقویت صدا هنگام برقراری ارتباط به‌کار می‌رفت.

منقار مسطح و پهن
برای بریدن گیاهان

◄ دایناسور گوشت‌خوار
یکی از بزرگ‌ترین و فراوان‌ترین دایناسورهای شکارچی، آلوساروس که ۱۵۰ تا ۱۴۵ میلیون سال پیش می‌زیست. این جانور سر بسیار بزرگ و آرواره‌های نیرومند و گردن قوی داشت و مثل همه‌ی دایناسورهای گوشت‌خوار روی دو پای عقبی خود راه می‌رفت. اندام‌های جلویی مثل دست برای گرفتن شکار به‌کار می‌رفتند.

آرواره‌های بزرگ
با دندان‌های بلند برای دریدن گوشت

اندام‌های جلویی
به چنگال‌های خمیده‌ی تیز مجهز بودند



دایناسورهای لگن پرنده‌ای ◄
همه‌ی دایناسورها سه استخوان لگن داشتند: استخوان‌های نشیمنگاهی، شرمگاهی و تهیگاهی. دایناسورهای معروف به لگن پرنده‌ای یا اورنی تیسکین، همگی گیاه‌خوار بودند.

استخوان شرمگاهی
موازی با استخوان نشیمن‌گاهی بود که رو به عقب قرار می‌گرفت

هیپ سیلوفودون

استخوان شرمگاهی
از نشیمنگاهی جدا شد و در جهت جلو قرار گرفت

دایناسور لگن مارمولکی ◄
سوریسکین یا دایناسورهای لگن مارمولکی شامل دایناسورهای گوشت‌خواری مثل ولوسیراپتور و تیرانوساروس رکس و گیاه‌خواران غول‌آسای دارای گردن بلند مثل دیپلو دوکوس است. دایناسورهای لگن پرنده‌ای ممکن است ازاجداد لگن مارمولکی تکامل پیدا کرده باشند.

گالیمیموس

نیز نگاه کنید به ◄◄ فسیل‌ها ۳۲۰ ● پرندگان ۳۰۳ ● تکامل ۳۲۸-۳۲۹ ● انقراض ۳۳۴

دیرین‌شناسی

بررسی حیات در گذشته، که با مطالعه‌ی **فسیل‌ها** انجام می‌شود، دیرین‌شناسی و دانشمندانی را که در این رشته فعالیت می‌کنند، دیرین‌شناس می‌نامند. دیرین‌شناسان سعی می‌کنند با بررسی دقیق فسیل‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با جانوران امروزی بفهمند که مخلوقات منقرض شده چه ویژگی‌هایی داشتند و احتمالا چطور زندگی می‌کردند. این دانشمندان از سرنخ‌های دیگری، معروف به ردِ پاهای **فسیلی** یعنی فسیل‌هایی که ردپای بر جا مانده‌ی جانوران هستند، و دیگر آثار باقی‌مانده‌ی مربوط به زندگی جانوران ماقبل تاریخ استفاده می‌کنند.

جمجمه حدقه‌های بزرگ چشم، و ساختاری منقار مانند دارد که در زمان حیات با ماده‌ی شاخی پوشیده شده بود

انگشت‌های دراز که برای گرفتن شاخ و برگ‌ها و قرار دادن آن‌ها در دهان به‌کار می‌رفت

اسکلت هترودونتوساروس ◄

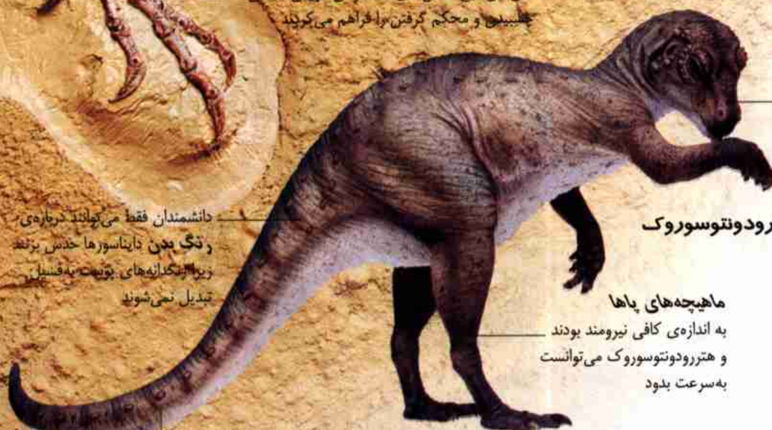
اسکلت‌های کامل داینوسورها به‌ندرت یافت می‌شوند و معمولاً فقط تعدادی دندان و استخوان پیدا می‌شود. دیرین‌شناسان اسکلت‌های جداگانه را با مقایسه و جور کردن استخوان‌های آن‌ها از میان نمونه‌هایی که بهتر حفظ شده‌اند، شناسایی و از هم جدا می‌کنند. برای شناسایی دقیق اسکلت داینوسورها، دانشمندان اندازه و موقعیت ماهیچه‌ها را از نشانه‌های بر جا مانده در محل اتصالشان به استخوان‌ها محاسبه می‌کنند.

انگشت‌های پا چنگال‌های کوچکی داشتند که مثل گل میخ کفش‌های مخصوص کوهنوردی، امکان چسبیدن و محکم گرفتن را فراهم می‌کردند



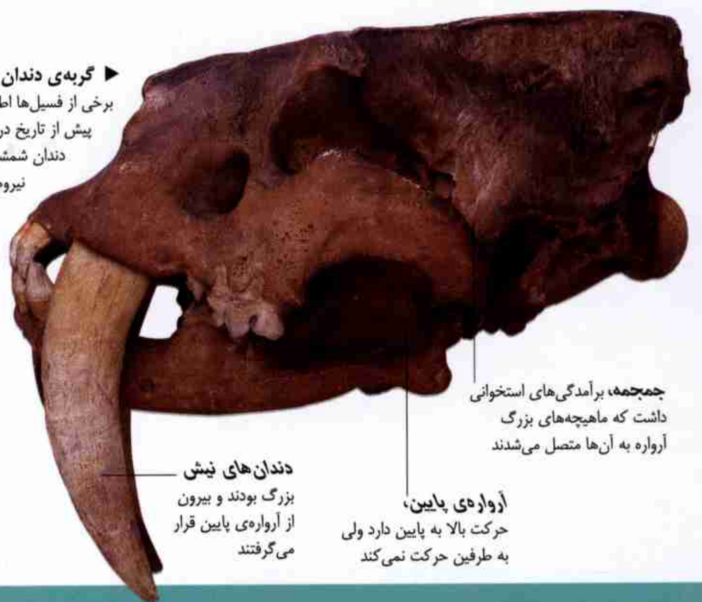
▲ ردپای داینوسورها

دیرین‌شناسان بیش‌تر استخوان‌ها را بررسی می‌کنند. اما مخلوقات ما قبل تاریخ مثل داینوسورها شواهد دیگری نیز از زندگی خود برجا گذاشته‌اند. با بررسی ردپاهای فسیلی، دیرین‌شناسان می‌توانند بفهمند داینوسورها چگونه حرکت می‌کردند و حتی چطور به‌سرعت می‌دویدند. علاوه بر ردپاها، فضولات داینوسورها هم یافت شده‌اند که به کمک آن‌ها دیرین‌شناسان می‌توانند بفهمند این موجودات چه می‌خوردند.



◄ گربه‌ی دندان شمشیری

برخی از فسیل‌ها اطلاعاتی را درباره‌ی رژیم غذایی جانوران پیش از تاریخ در اختیار قرار می‌دهند. برای مثال، فسیل گربه‌ی دندان شمشیری، دندان تیز و برنده‌ی یک گوشت‌خوار و آرواره‌ی نیرومند برای گرفتن شکار را نشان می‌دهد. برخی از دیرین‌شناسان تصور می‌کنند دندان‌های بزرگ نیش برای کشتن به‌کار می‌رفتند. برخی هم پیشنهاد می‌کنند که این دندان‌ها برای نمایش (مثلاً هنگام جفت‌طلبی) بوده‌اند.





تخم داینوسورها ◄

در دهه‌های اخیر تعداد زیادی تخم داینوسور کشف شده است. در برخی موارد این تخم‌ها به‌صورت مجموعه‌های دوازده‌تایی یا بیشتر حفظ شده‌اند؛ با این ترتیب، احتمالاً داینوسورها لانه می‌ساختند. حتی نمونه‌ای وجود دارد که داینوسوری با مجموعه‌ای از تخم‌ها به فسیل تبدیل شده است و این شاهدی است بر این که در داینوسورها نوعی مراقبت والدینی وجود داشته است.

فسیل‌ها

فسیل‌ها (سنگواره‌ها) تنها شواهد حیات دوره‌ی پیش از تاریخ هستند. فسیل‌ها در سنگ‌های رسوبی، که از رسوبات فشرده شده‌ای مثل گل‌ولای و شن تشکیل شده‌اند، به‌وجود می‌آیند. وقتی جانوران به‌سرعت درون رسوبات مدفون می‌شوند بدن آن‌ها تکه‌تکه نمی‌شود و لاشخورها هم نمی‌توانند آن‌ها را بخورند. با گذشت زمان ممکن است فقط استخوان‌ها باقی بمانند، یا مواد معدنی جایگزین آن‌ها شوند و یا به‌طور کامل از بین بروند و فقط قالبی از شکل جانور بر جا بماند. سنگواره‌ها با فرسایش سنگ‌ها بر اثر جریان آب و یا هوازدگی نمایان می‌شوند.



کاراپاس از پاها و قسمت‌های زیر بدن حافظت می‌کند

بخش عقبی کاراپاس حالت لولایی دارد

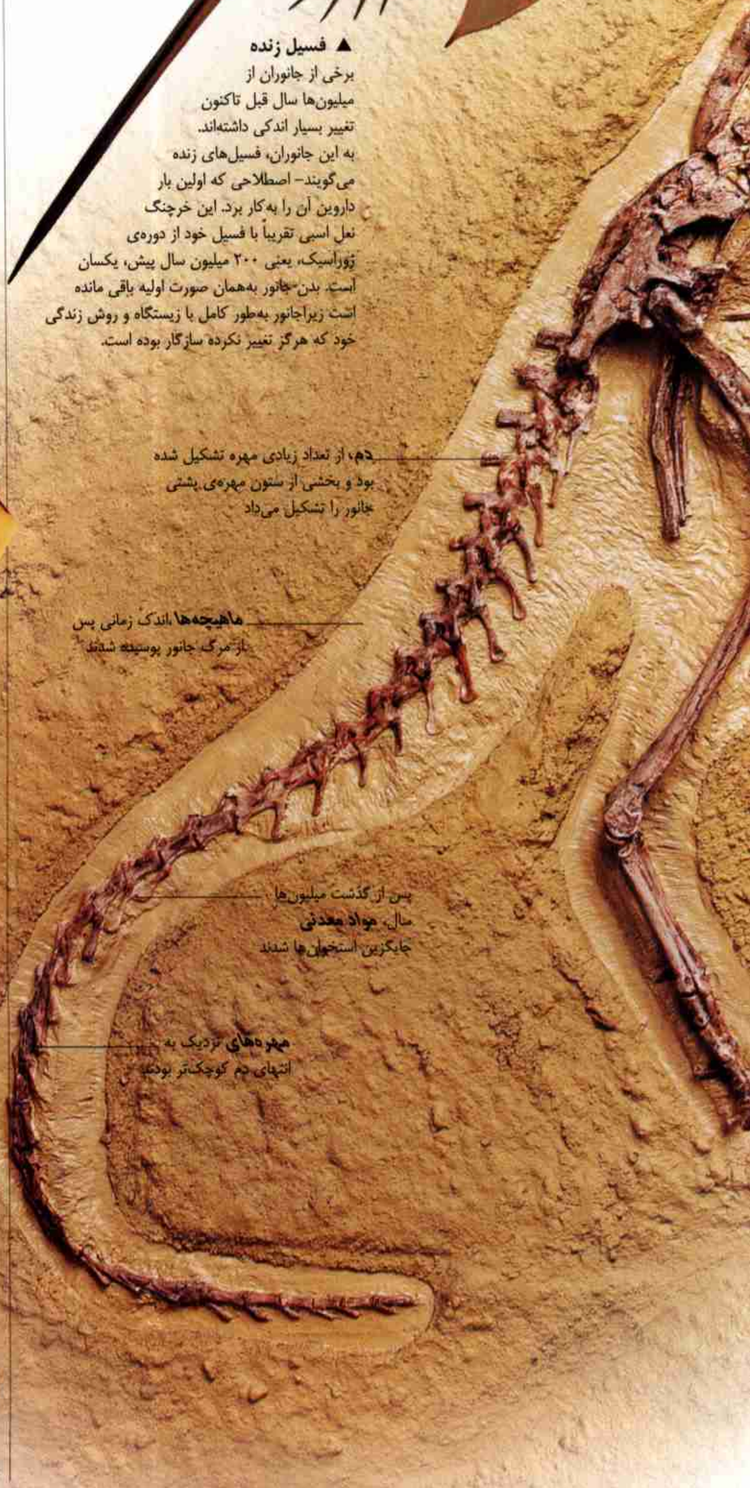
▲ **فسیل زنده**
برخی از جانوران از میلیون‌ها سال قبل تاکنون تغییر بسیار اندکی داشته‌اند. به این جانوران، فسیل‌های زنده می‌گویند– اصطلاحی که اولین بار داروین آن را به‌کار برد. این خرچنگ نعل اسبی تقریباً با فسیل خود از دوره‌ی ژوراسیک، یعنی ۲۰۰ میلیون سال پیش، یکسان است. بدن جانور به‌همان صورت اولیه باقی مانده است زیراجانور به‌طور کامل با زیستگاه و روش زندگی خود که هرگز تغییر نکرده سازگار بوده است.



قرار گرفته در سنگ ◄
تریلوبیت‌ها جانوران منقرض شده‌ای هستند که اسکلت خارجی سخت، پاهای بندبند و چشم‌های مرکب داشتند. این ویژگی‌ها را در حشرات و سخت‌پوستان امروزی می‌توان دید. این جانوران حدود ۲۴۸ میلیون سال پیش منقرض شده‌ند، در حالی که ۳۰۰ میلیون سال قبل از آن فراوان‌ترین موجودات دریا بودند.



◄ **گیر افتاده در کهربا**
کهربا رزین درختی است که فسیل شده است و گاهی هنگام تراوش از درخت، بقایای حشرات و جانوران کوچک دیگر در آن به دام افتاده‌اند. فسیل‌های تقریبا کامل، اطلاعات بی‌نظیری را درباره‌ی بافت‌های نرم و ساختارهای ظریف جانوران در اختیار قرار می‌دهد. دانشمندان تلاش کرده‌اند از این فسیل‌ها DNA استخراج کنند ولی تاکنون این کوشش‌ها موفقیت‌آمیز نبوده است.



دم، از تعداد زیادی مهره تشکیل شده بود و بخشی از ستون مهره‌ی پشتی جانور را تشکیل می‌داد

ماهیچه‌ها اندک زمانی پس از مرگ جانور پوسیده شدند

پس از گذشت میلیون‌ها سال، **مواد معدنی** جایگزین استخوان‌ها شدند

مهره‌های نزدیک به انتهای دم کوچک‌تر بودند



هنگام مرگ
این ماموت جوان، عاج‌ها، هنوز رشد خود را آغاز نکرده بودند

پوست بر روی بدن باقی مانده است. اگرچه بیش‌تر ماهیچه‌های زیر آن از بین رفته‌اند

▲ **حفظ شده در یخ**
گاهی اوقات جانوران پیش از تاریخ به‌طور کامل حفظ شده‌اند. این ماموت پشمالو، هزاران سال پیش مرده است ولی به‌سرعت یخ‌زده و روی آن را برف و یخ پوشانده و در نتیجه، از دسترس لاشخورها دور مانده است. اگرچه بیش‌تر موهای آن از بین رفته‌اند ولی سایر ویژگی‌های آن، مثل گوش‌های بسیار کوچکی که آن را از فیل‌های امروزی متمایز می‌کند، باقی مانده است.



نیز نگاه کنید به ◄◄ فسیل‌ها ۳۲۰-۳۲۱ • تکامل ۳۲۸-۳۲۹ • زندگی پیش از تاریخ ۳۳۰-۳۳۱ • انقراض ۳۳۴-۳۳۵

انقراض

از زمان آغاز زندگی بر روی زمین، جانوران بسیار زیادی ظاهر شدند، نشو و نما کردند و سپس ناپدید شدند. این ناپدید شدن را انقراض می‌نامند. گونه‌ها به‌علت‌های گوناگون، مثل رقابت و تغییرات زیستگاه‌ها، منقرض شده‌اند. در گذشته حداقل پنج بار انقراض‌های گروهی رخ داده است که طی آن‌ها تعداد بسیاری از گونه‌های جانوری در مدت کوتاهی به‌طور کامل از بین رفته‌اند.



حفره‌ی چیکسی لاب



جمجمه‌ی تیرانوساروس رکس

▲ **برخورد شهاب سنگ**
دایناسورها ۶۵ میلیون سال پیش در پایان دوره‌ی مزوزوئیک منقرض شدند. انقراض آن‌ها به برخورد یک شهاب سنگ عظیم مربوط است که یک حفره‌ی عظیم را در زیر خلیج مکزیک ایجاد کرد. دانشمندان تصور می‌کنند که گازها و گرد و غبار حاصل از این برخورد، هوا را پر کرده و برای قرن‌ها جلوی نور خورشید را گرفته بود. در آن زمان ۷۰ درصد جانوران، از جمله دایناسورها، از بین رفتند.





انقراض در اثر شکار ◄
شکار بی‌رویه خطر بزرگی برای بسیاری از جانوران است. شکار در گذشته در انقراض بسیاری از جانوران، از جمله دودو، نقش داشته است. دودو پرنده‌ای بود که در جزیره‌ی موریس (واقع در اقیانوس هند) زندگی می‌کرد. این پرنده در سال ۱۶۰۰ میلادی کشف شد و چون قادر به پرواز نبود و از انسان‌ها نمی‌ترسید، به‌راحتی شکار می‌شد. سربازان، تعداد زیادی از آن‌ها را برای غذا شکار کردند و جانورانی مثل موش را هم به جزیره‌ی موریس بردند که لانه‌های دودوها را خراب کردند. سرانجام تا سال ۱۶۸۰ میلادی این پرنده منقرض شد.



► **تنها ماندن در جزیره**
بسیاری از جزیره‌ها گونه‌های منحصر به‌فردی دارند که در جاهای دیگر یافت نمی‌شوند. اگر شکارچی‌های جدید به این جزیره‌ها وارد شوند، این گونه‌ها راهی برای فرار ندارند و در خطر انقراض قرار می‌گیرند. یک راه برای حفاظت از جانوران ساکن در جزیره‌ها این است که برای آن‌ها زیستگاه‌های طبیعی جایگزین بسازیم. این لاک‌پشت غول پیکر ساکن جزایر گالاپاگوس است که دولت آکوادور حفاظت آن را به‌عهده گرفته است.

حفظ گونه‌ها

اهمیت حفظ حیات وحش رو به افزایش است. بسیاری از جانوران نمی‌توانند آنقدر سریع تکامل پیدا کنند تا با تغییراتی که بشر ایجاد کرده است سازگار شوند و بتوانند به زندگی خود ادامه دهند. تعداد کمی از جانوران می‌توانند با زندگی در کنار انسان‌ها سازگار شوند. بهترین روش برای حفظ جانوران وحشی، حفاظت از زیستگاه‌های آن‌هاست. برخی از زیستگاه‌ها می‌توانند از تعداد گونه‌های بیش‌تری حفاظت کنند. مجموع تعداد گونه‌ها، مقیاسی برای **تنوع زیستی** است. مناطقی که تعداد زیادی از جانداران را در خود جا داده‌اند را نقاط خاص می‌نامند.



بازگشت دوباره‌ی گور اسب آفریقایی ◄
گور اسب آفریقایی آن‌قدر شکار شد تا در اواخر قرن ۱۹ منقرض گشت. اکنون دانشمندان گور اسب آفریقایی را زیرگونه‌ی گور اسبی می‌دانند که نوارهای راه راه بر روی بدنش ندارد، اگرچه زمانی آن را گونه‌ای جدا به‌حساب می‌آوردند. این کشف دانشمندان را هدایت کرد تا با زادگیری انتخابی از گور اسب‌های ساده و بدون راه راه، دوباره گور اسب‌های آفریقایی را بدست آورند. البته این گور اسب‌ها، تعداد راه راه‌های کم‌تر و پوست قهوه‌ای‌تری دارند. ظاهر جانور تولید شده به‌طور قابل ملاحظه‌ای شبیه گور اسب‌های موجود در موزه‌هاست.

تنوع زیستی

انواع زندگی در زیستگاه‌ها را تنوع زیستی می‌نامند. تنوع زیستی بر حسب تعداد گونه‌ها سنجیده می‌شود و به نرخ گونه‌هایی که در طول زمان تکامل می‌یابند در مقایسه با نرخ گونه‌هایی که منقرض می‌شوند بستگی دارد. تنوع زیستی به‌طور طبیعی در انواع زیستگاه‌ها متفاوت است. برای مثال، زیستگاه‌های نزدیک قطب، مثل توندرا، تنوع زیستی کم‌تری نسبت به مناطق استوایی، مثل جنگل‌های بارانی نزدیک خط استوا، دارند.

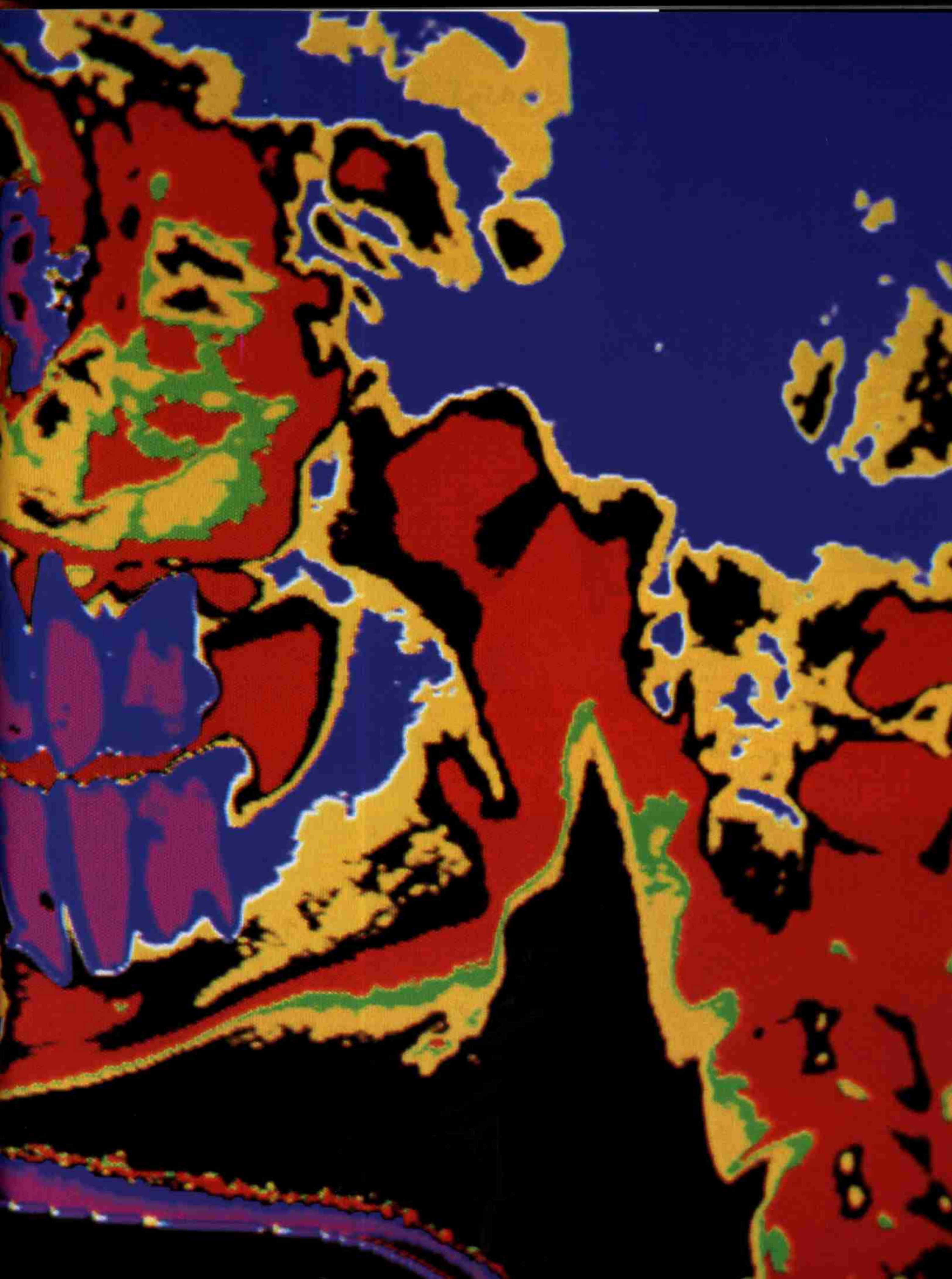


▲ زاد و ولد در اسارت
جانورانی را که در شرایط طبیعی زندگی با خطر انقراض روبرو هستند، می‌توان با افزایش تعدادشان در باغ وحش‌ها حفظ کرد. پانداها معمولاً نمی‌توانند در اسارت به‌خوبی تولید مثل کنند. امّا در سال‌های اخیر تعداد تولد آن‌ها در اسارت به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. بخشی از این افزایش به همکاری بین باغ وحش‌ها مربوط است که پانداهای نر یا ماده را برای ایجاد جفت‌های جدید در سراسر دنیا به یکدیگر قرض می‌دهند.

▲ پرنده‌ی صخره‌ای
بسیاری از جانوران وحشی با یک زیستگاه خاص ارتباط نزدیکی دارند. پرنده‌ی صخره‌ای آند فقط در جنگل‌های کوهستانی شمال کوه‌های آند در آمریکای جنوبی یافت می‌شود. اگر این جنگل‌ها از بین بروند، این پرنده منقرض خواهد شد.

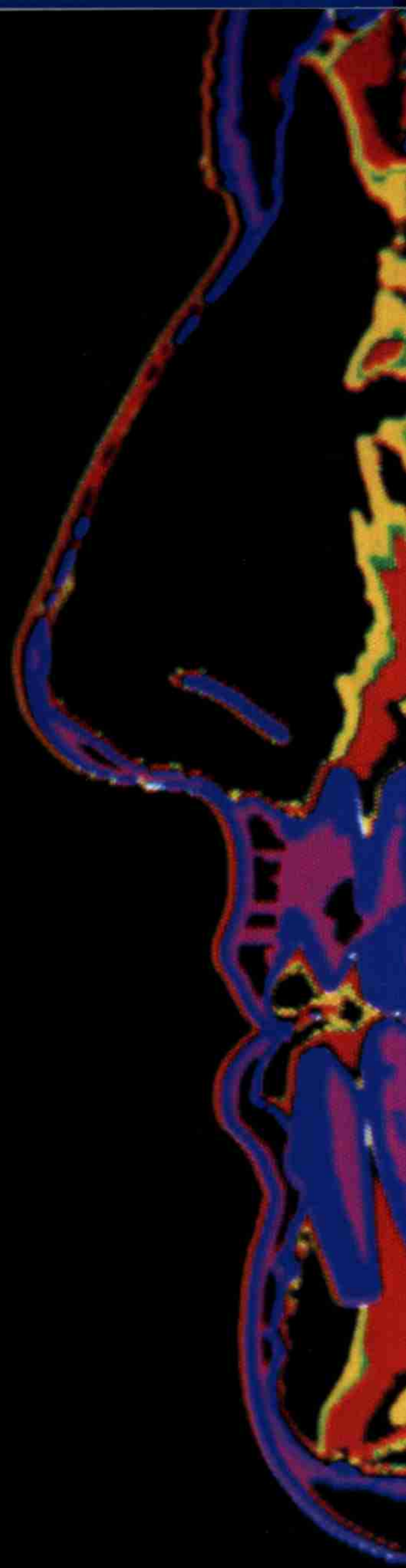
▲ میمون کاپوچین
جنگل‌های بارانی آمازون بیش‌ترین تنوع زیستی را دارد. این میمون کاپوچین یکی از گونه‌های بی‌شماری است که در آن‌جا زندگی می‌کنند. در این جنگل‌ها بر روی یک درخت ممکن است ۱۰۰۰ گونه‌ی حشره زندگی کنند و در هر هکتار آن ممکن است ۳۰۰ نوع درخت وجود داشته باشد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ شهاب سنگ‌ها ۱۸۴ • زندگی پیش از تاریخ ۳۳۰-۳۳۱



دستگاه‌های بدن

دستگاه‌های بدن ۳۳۸
دستگاه اسکلتی ۳۴۰
دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲
دستگاه عصبی ۳۴۴
چشایی ۳۴۶
بویایی ۳۴۶
شنوایی ۳۴۷
تعادل ۳۳۷
بینایی ۳۴۸
لامسه ۳۵۰
پوست ۳۵۱
دستگاه گردش خون ۳۵۲
دستگاه تنفس ۳۵۴
دستگاه درون‌ریز ۳۵۶
دستگاه ایمنی ۳۵۷
دستگاه گوارش ۳۵۸
کبد ۳۶۰
دستگاه دفع ادرار ۳۶۱
دستگاه تولید مثل ۳۶۲
ژنتیک ۳۶۴
رشد ۳۶۶
سلامتی ۳۶۸
بیماری‌ها ۳۷۰
پزشکی ۳۷۲
فناوری پزشکی ۳۷۴
تحقیقات پزشکی ۳۷۶

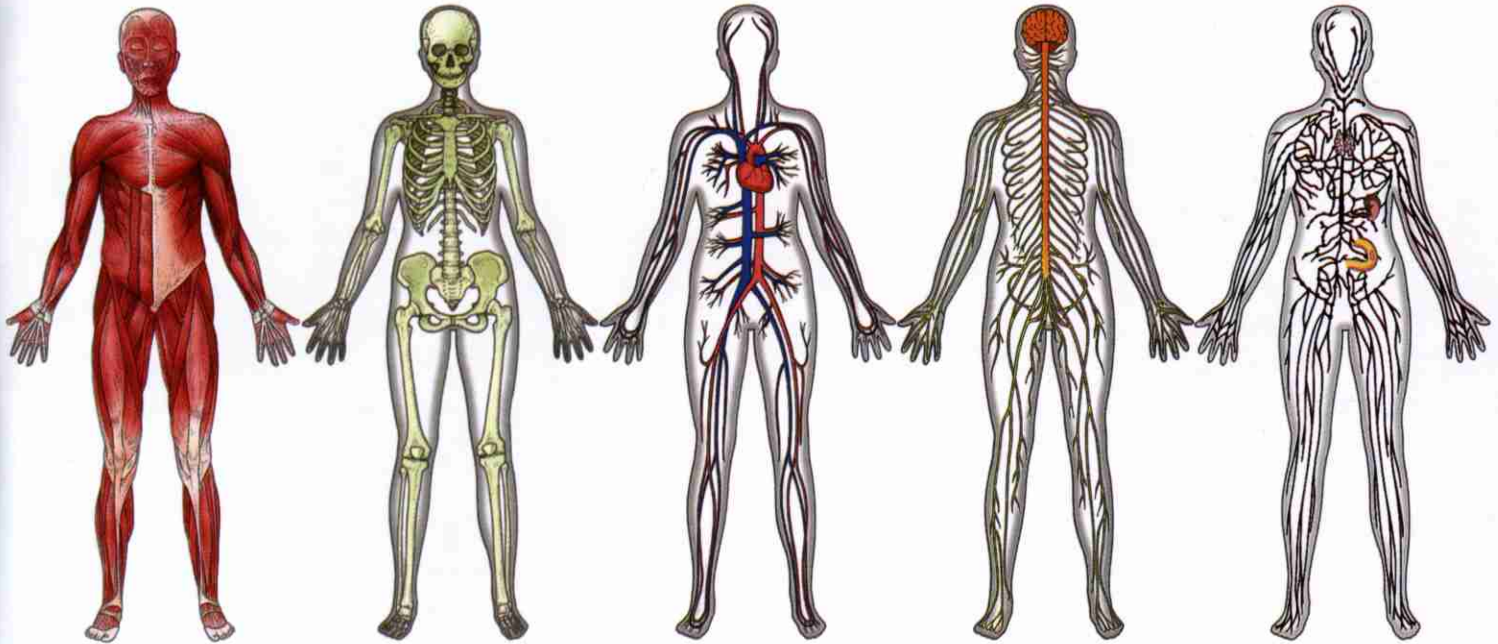


دستگاه‌های بدن

بدن ما از دستگاه‌های مختلفی تشکیل شده است که هر یک وظیفه‌ی خاصی دارند. کوچک‌ترین واحد های زنده در بدن، **سلول‌ها** هستند که دارای ویژگی‌های مشترکند. از اجتماع منظم سلول‌ها، **بافت‌ها** و از اجتماع بافت‌ها، **اندام‌ها** به‌وجود می‌آیند. دستگاه‌های مختلف بدن از اجتماع سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌ها با وظایف مشخص تشکیل شده‌اند.



◄ **دستگاه پوستی**
پوست، مو و ناخن‌ها که پوشش خارجی بدن را می‌سازند، جزو دستگاه پوستی‌اند. دستگاه پوستی مانند یک سپر از اندام‌های درونی محافظت می‌کند و مانع ورود میکروب‌ها به‌درون بدن می‌شود. مساحت پوست یک فرد بالغ حدود ۲ متر مربع است.



▲ **دستگاه لنفی**
دستگاه لنفی شبکه‌ای از رگ‌هاست که بخشی از آب میان‌بافتی را جمع‌آوری می‌کند و به خون بر می‌گرداند. دستگاه لنفی، همچنین دارای گروه‌هایی از سلول‌هاست که از بدن در برابر میکروب‌ها محافظت می‌کند.

▲ **دستگاه عصبی**
دستگاه عصبی نقش اصلی در تنظیم دستگاه‌های بدن را دارد. این دستگاه شامل مغز، نخاع و شبکه‌ای از اعصاب است که در سرتاسر بدن گسترش دارد.

▲ **دستگاه گردش خون**
دستگاه گردش خون، از قلب، شبکه‌ای از رگ‌ها و خون تشکیل شده است. کار این دستگاه رساندن اکسیژن و مواد غذایی به سلول‌های بدن و دور کردن مواد دفعی و زاید از آن‌هاست.

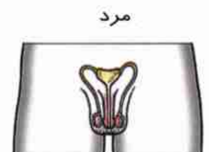
▲ **دستگاه اسکلتی**
اسکلت از چارچوبی استخوانی قوی و انعطاف‌پذیر همراه با بافت پیوندی تشکیل شده است. نقش دستگاه اسکلتی حرکت و نگه‌داری بسیاری از بخش‌های داخلی بدن است.

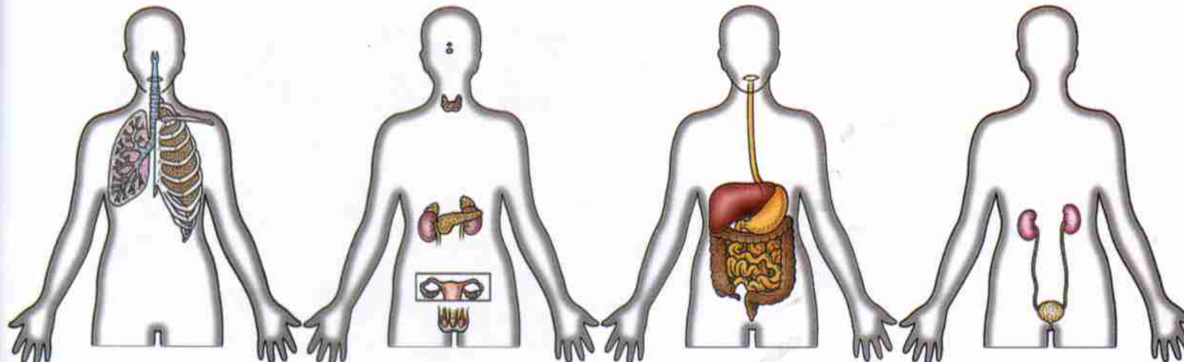
▲ **دستگاه ماهیچه‌ای**
دستگاه ماهیچه‌ای شامل لایه‌های ماهیچه‌هاست که استخوان‌های اسکلت بدن را تا محل مفاصل پوشانده‌اند. ماهیچه‌ها با انقباض و انبساط خود سبب حرکت استخوان‌ها می‌شوند.

زن



مرد





▲ **دستگاه تولید مثل**
دستگاه تولید مثل در مرد و زن به ترتیب وظیفه تولید اسپرم و تخمک را برای به‌وجود آوردن فرد جدید دارند. وظیفه‌ی دیگر این دستگاه‌ها رساندن این سلول‌ها به یکدیگر است.

▲ **دستگاه دفع ادرار**
سلول‌های بدن مواد زایدی تولید می‌کنند که بسیاری از آن‌ها به‌وسیله‌ی ادرار از بدن دفع می‌شوند. کار دستگاه دفع ادرار، ساختن ادرار و دفع آن از بدن است.

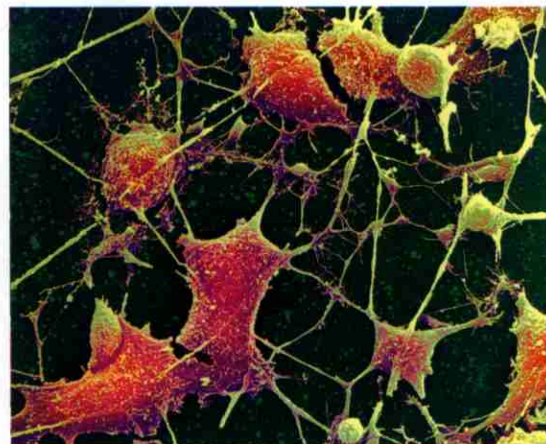
▲ **دستگاه گوارش**
دستگاه گوارش، مواد غذایی مورد نیاز بدن را برای تولید انرژی و فعالیت آماده می‌کند. این دستگاه مواد غذایی مصرف شده را به صورت اجزای قابل جذب برای ورود به خون در می‌آورد.

▲ **دستگاه درون ریز**
بسیاری از اعمال بدن، مثل رشد و نمو و تولید انرژی، به‌وسیله هورمون‌ها تنظیم می‌شوند، این مواد به‌وسیله‌ی غده‌های دستگاه درون‌ریز ساخته و ترشح می‌شوند.

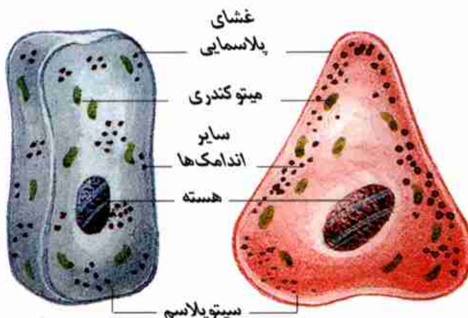
▲ **دستگاه تنفس**
دستگاه تنفس شامل شش‌هاست و نقش حیاتی آن جذب اکسیژن و رساندن آن به خون است. دستگاه تنفس علاوه بر جذب اکسیژن، گاز زاید دی‌اکسید کربن را که به‌وسیله‌ی سلول‌های بدن تولید شده است از بدن دفع می‌کند.

سلول‌ها

واحد ساختمانی بدن ساختارهای کوچکی به‌نام سلول است. در بدن انسان یک تریلیون سلول به شکل‌های متفاوت وجود دارد؛ مثل سلول‌های عصبی، ماهیچه‌ای، چربی، کبد و ...، که هر کدام دارای اعمال مختلفی است. تمام سلول‌ها دارای یک هسته‌ی مرکزی و بخش ژله‌مانندی در اطراف آن به‌نام سیتوپلاسم هستند. سیتوپلاسم به‌وسیله غشای پلاسمایی احاطه شده است. این غشا ورود و خروج مواد به داخل سلول را کنترل می‌کند.



▲ **سلول‌های عصبی**
سلول‌های عصبی یا نورون‌ها یکی از فراوان‌ترین سلول‌های بدنند. هر سلول عصبی از دو بخش تشکیل شده است: بخشی به نام جسم سلولی که محتوی هسته است، و بخش دیگر، دنباله‌های سیتوپلاسمی که طول برخی از آن‌ها به بیش از یک متر می‌رسد. دستگاه عصبی بیلیون‌ها سلول دارد که اطلاعات مختلف را از اطراف بدن جمع‌آوری می‌کند و انتقال می‌دهد. مغز یک فرد بالغ بیش از ۲۵ بیلیون سلول دارد.



▶ **سلول‌ها**
سلول‌ها شکل‌ها و اندازه‌های مختلف دارند ولی ویژگی‌های مشترکی دارند. بیش‌تر سلول‌ها دارای یک هسته‌اند. ماده‌ی ژنتیکی سلول درون هسته قرار دارد و همه‌ی فعالیت‌های آن را کنترل می‌کند. سیتوپلاسم حاوی ساختارهای کوچک و متنوعی به نام اندامک است که هر یک نقش خاصی دارد. برای مثال، اندامکی به‌نام میتوکندری درون سیتوپلاسم تولید انرژی را به‌عهده دارد.



بافت‌ها

به گروهی از سلول‌ها که با یکدیگر همکاری دارند بافت می‌گویند. هر بافت دارای نقش ویژه‌ای است. در میان بافت‌ها، بیشترین گستردگی در بدن را بافت پیوندی دارد. نقش بافت پیوندی نگه‌داری و جدا کردن سایر بافت‌ها از یک‌دیگر است. بافت‌های غضروفی و استخوانی از انواع بافت پیوندی‌اند، بافت چربی از سلول‌های چربی ساخته شده است. این بافت نقش ذخیره‌ی انرژی را به‌عهده دارد و مثل لایه‌ای عایق در بدن عمل می‌کند. بافت پوششی سطح بسیاری از اندام‌های بدن را می‌پوشاند و از آن‌ها محافظت می‌کنند. از دیگر انواع بافت‌ها بافت عصبی و ماهیچه‌ای را می‌توان نام برد.



▶ **بافت عصبی**
بافت عصبی از سلول‌های عصبی و سلول‌های پشتیبان که «گلیا» نامیده می‌شوند، تشکیل شده است. شکل سمت راست قسمتی از بافت عصبی مخچه را نشان می‌دهد ـ بخشی که سبب هماهنگی بین حرکات بدن می‌شود. هنگامی که بافت عصبی را زیر میکروسکوپ مشاهده کنیم آن را به‌صورت رشته‌های متنوع و فراوانی خواهیم دید. بخش‌های خال‌خال و تیره‌ی جسم سلولی، سلول‌های عصبی‌اند. بخش‌هایی که رنگ آبی روشن دارند، بیش‌ترین رشته‌های عصبی را دارند.

مخ
ساقه‌ی مغز
مخچه

◀ **مغز**
مغز پیچیده‌ترین اندام بدن است. اصلی‌ترین بخش‌های مغز یکی مخ است که اعمالی مثل تفکر و استدلال کردن را به عهده دارد و دیگری ساقه‌ی مغز است که اعمال حیاتی مثل تنفس را تنظیم می‌کند. مغز شامل بخش عمده‌ای از بافت عصبی است.

اندام‌ها

مجموعه‌ای از بافت‌های همکار با یک دیگر، یک اندام را می‌سازند. اندام‌های بدن شامل مخ، قلب، شش‌ها، کلیه‌ها، کبد و ... هستند. هر کدام دارای شکل و وظیفه‌ی خاصی است و از بافت‌های مختلفی تشکیل شده است. مثلا قلب از بافت ماهیچه‌ای ویژه‌ای ساخته شده است که با انقباض‌های منظم خود، سبب می‌شود که قلب مانند تلمبه کار کند. هم چنین قلب دارای بافت عصبی است که پیام‌هایی را که انقباض‌های قلب را تنظیم می‌کنند به قلب می‌آورد و نیز دارای بافت پوششی است که سطح قلب را می‌پوشاند.

نیز نگاه کنید به ◀◀ دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲-۳۴۳ ● دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵ ● دستگاه گردش خون ۳۵۲-۳۵۳

دستگاه اسکلتی

بدن و بخش‌های داخلی آن به‌وسیله چارچوبی قوی و متحرک از **استخوان‌ها** به‌نام اسکلت، نگه‌داری می‌شود. این استخوان‌ها به یک دیگر **مفصل** شده‌اند. بیش‌تر مفصل‌ها متحرکند. استخوان‌ها علاوه بر این که سبب محافظت و حرکت می‌شوند، مخزنی برای کلسیم هستند که برای فعالیت اعصاب و ماهیچه‌ها نقش حیاتی دارد. مغز استخوان محل ساخته شدن سلول‌های خونی و ذخیره‌ی چربی‌هاست.

جمجمه

مهره‌های گردن

آرواره پایینی

کتف

انگشت (یکی از ۱۴ استخوان هر دست)

مفصل شانه

ترقوه

مهره های پشت

جناغ سینه

استخوان بازو

استخوان کف دست (یکی از پنج استخوان کف هر دست)

زند زیرین

استخوان‌های مچ

زندزیرین

مهره‌های کمر

دنده (یکی از ۲۴تا دنده‌ی سینه ای)

مفصل آرنج

تهیگاهی

استخوان خاجی

دنبالچه

مفصل ران

شرمگاهی (قسمتی از استخوان لگن)

نشیمنگاهی (قسمتی از استخوان لگن)

اسکلت انسان ◄

اسکلت از ۲۰۶ قطعه استخوان تشکیل شده است. کودکان ۲۷۰ قطعه استخوان دارند تعدادی از این استخوان‌ها در بزرگ‌سالی به یک‌دیگر می چسبند. در شکل، بسیاری از استخوان‌های منفرد و مجموعه‌ی استخوان‌های به‌هم چسبیده، نشان داده شده‌اند. استخوان‌های بدن به دو گروه استخوان‌های سر و تنه و استخوان‌های دست و پا تقسیم می‌شوند. استخوان‌های سر و تنه شامل استخوان‌های سر، ستون مهره‌ها، دنده‌ها و جناغ سینه‌اند. استخوان‌های دست و پا، شامل استخوان‌های لگنچه، کتف، ترقوه و دست و پا هستند.

آهیانه‌ی راست

آهیانه‌ی چپ

استخوان پیشانی

استخوان ران

مفصل زانو

استخوان پس‌سری

استخوان گونه

استخوان گیجگاهی چپ

آرواره‌ی بالایی

مفصل استخوان آرواره

آرواره‌ی پایینی

قوزک پا

درشت نی

کشکک

استخوان انگشت پا (یکی از ۱۴ استخوان انگشتان پا)

نازک نی

▲ استخوان‌های سر

استخوان‌های سر شامل ۲۲ استخوان است (به علاوه‌ی سه استخوان کوچک در بخش میانی هر یک از گوش‌ها). استخوان بزرگ جمجمه در شکل نشان داده شده است. استخوان‌های سر به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: گروه اول شامل استخوان‌های پیشانی، پس‌سری و آهیانه که به هم پیوسته‌اند، از مغز محافظت می‌کنند و جمجمه نامیده می‌شوند. بقیه، استخوان‌های چهره را تشکیل می‌دهند.

استخوان کف پا (یکی از پنج استخوان کف پا)

استخوان پاشنه‌ی پا

◄ ستون مهره‌ها

ستون مهره‌ها مجموعه‌ای از مهره‌ها با ساختاری قوی و ارتجاعی است که سر و بدن را نگه می‌دارد. ستون مهره‌ها هم چنین از نخاع محافظت می‌کند. ستون مهره‌ها از ۳۳ استخوان به‌نام استخوان مهره ساخته شده است. مهره‌ها به‌وسیله‌ی صفحاتی از یک دیگر جدا شده‌اند. این صفحات نقش ضربه‌گیر را برای ستون مهره‌ها دارند. استخوان مهره‌ها به‌وسیله رباط و ماهیچه‌ها در جای خود نگه‌داری می‌شوند:

مهره‌های گردن (۷ مهره)

مهره‌های سینه (۱۲ مهره)

مهره‌های کمر (۵ مهره)

استخوان خاجی (۵ مهره‌ی به‌هم پیوسته)

دنبالچه (۴ مهره به‌هم پیوسته)



استخوان‌ها

استخوان‌ها نسبتاً سبکند، اما پنج برابر محکم‌تر از فولادند. استخوان‌ها از سلول، املاح، پروتئین و آب تشکیل شده‌اند. استخوان‌ها از دو نوع بافت ساخته شده‌اند: اسفنجی و متراکم. این بافت‌ها زنده‌اند و دائم به‌وسیله‌ی سلول‌های استخوانی در حال بازسازی شدنند.



▶ **بافت استخوانی متراکم**
استخوان‌های متراکم از بخش‌هایی به‌نام سیستم هاورس درست شده‌اند که هر کدام حدود یک میلیمتر قطر دارند. یکی از آن‌ها در شکل نشان داده شده است. هر سیستم هاورس از تعدادی حلقه‌های سخت که اطراف مجرایی را فرا گرفته‌اند، ساخته شده است. از درون این مجرا رگ‌های خونی و رشته‌های عصبی عبور می‌کنند.



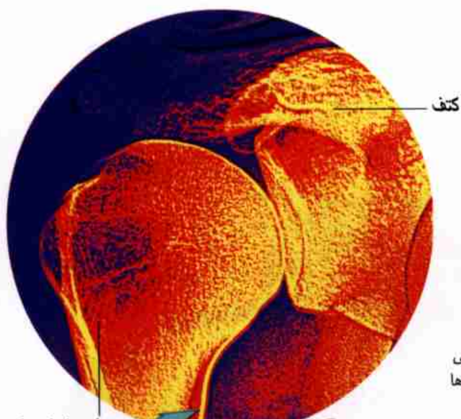
بافت استخوانی اسفنجی ◀
بافت اسفنجی استخوان، تیغه‌های محکم استخوانی صورت شبکه‌ای نامنظم شبیه به شانه‌های کندوی ور عسل کنار یک دیگر قرار گرفته‌اند. استحکام ت استخوانی اسفنجی از بافت استخوانی متراکم تر ولی باز هم خیلی محکم است.



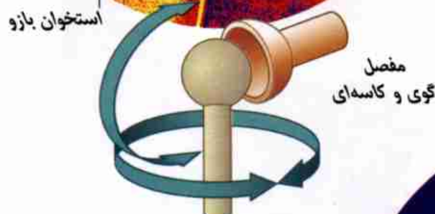
▶ **مغز قرمز استخوان**
مغز قرمز استخوان محل ساخته شدن گلبول‌های قرمز خون و برخی از گلبول‌های سفید است. در این شکل میکروسکوپی، گلبول قرمزی دیده می‌شود که توسط تعدادی گلبول سفید احاطه شده است. با بالا رفتن سن، مغز قرمز استخوان در استخوان‌های دراز به تدریج با سلول‌های چربی پر می‌شود.

مفصل‌ها

محل اتصال استخوان‌ها به‌یک‌دیگر را مفصل می‌گویند. برخی از مفصل‌ها، مثل مفصل‌های استخوان‌های جمجمه، ثابت هستند و برخی دیگر، مثل مفصل‌های ستون مهره‌ها، امکان حرکت کمی را فراهم می‌کنند. تعدادی از مفصل‌ها نیز، مثل مفصل ران، تحرک زیادی دارند. استخوان‌ها در محل بسیاری از مفصل‌ها به‌وسیله‌ی ماهیچه‌ها و نوارهایی از یک بافت پیوندی به‌نام رباط به‌هم متصل می‌شوند.



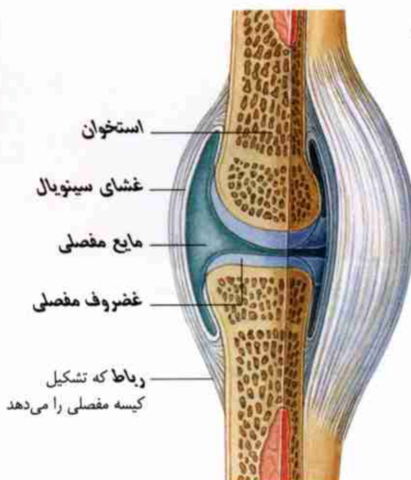
مفصل گوی و کاسه‌ای ◀
این تصویر رنگی، که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، مفصل شانه را نشان می‌دهد. این نوع مفصل گوی و کاسه‌ای نام دارد. قسمت مدور بالایی استخوانی بازو درون حفره‌ی کاسه‌مانند استخوان شانه قرار گرفته است. این ساختار سبب می‌شود که استخوان بازو به‌راحتی دارای حرکات چرخشی باشد. مفصل بازو و کتف به‌وسیله‌ی ماهیچه‌ها و رباط‌ها نگه‌داری می‌شود.





▶ **مفصل لولایی**
مفصل آرنج، محل اتصال استخوان بازو به زند زبرین و زند زیرین ساعد دست است. این تصویر که به‌وسیله پرتو ایکس گرفته شده است، نمونه‌ای از یک مفصل لولایی را نشان می‌دهد. این نوع مفصل به ساعد اجازه می‌دهد که روی بازو خم و راست شود و مقدار کمی به طرفین حرکت کند.



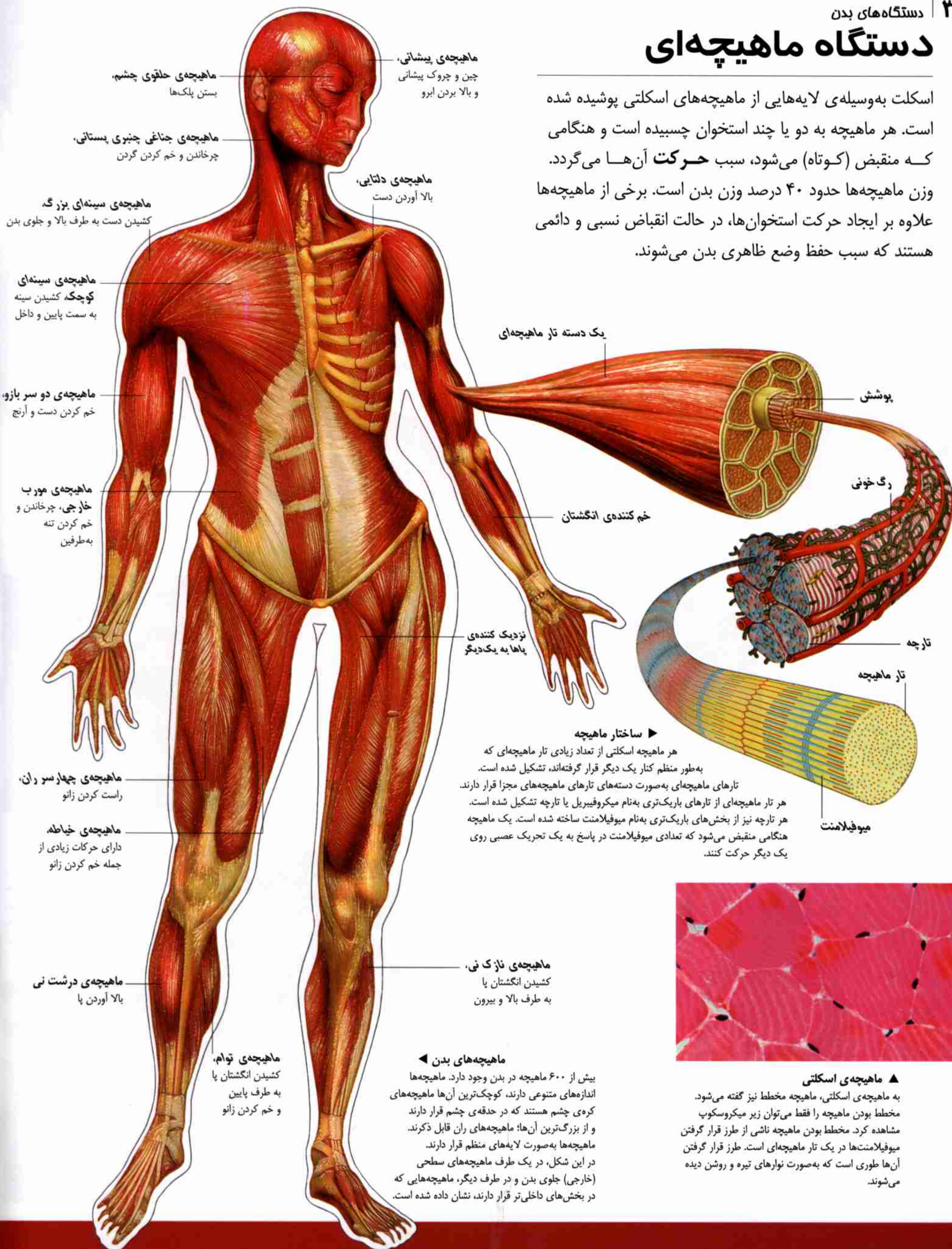


بخش‌های مفصل سینوویال ◀
مفصل‌های با تحرک زیاد، مثل انگشتان، ران، زانو و آرنج، مفصل‌های سینوویال نامیده می‌شوند و دارای ساختار مشابهند. غشای سینوویال که مفصل را می‌پوشاند، مایعی ترشح می‌کند که سبب روان شدن حرکت استخوان‌ها در محل مفصل می‌شود. در انتهای استخوان‌ها، غضروف مفصلی که نرم است و اصطکاک را به‌حداقل می‌رساند، قرار دارد. تمام مفصل به‌وسیله کیسه‌ای کاملا پوشیده می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ حرکت ۳۱۴-۳۱۵ • دستگاه اسکلتی ۳۴۰-۳۴۱ • دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵

دستگاه ماهیچه‌ای

اسکلت به‌وسیله‌ی لایه‌هایی از ماهیچه‌های اسکلتی پوشیده شده است. هر ماهیچه به دو یا چند استخوان چسبیده است و هنگامی که منقبض (کوتاه) می‌شود، سبب **حرکت** آن‌ها می‌گردد. وزن ماهیچه‌ها حدود ۴۰ درصد وزن بدن است. برخی از ماهیچه‌ها علاوه بر ایجاد حرکت استخوان‌ها، در حالت انقباض نسبی و دائمی هستند که سبب حفظ وضع ظاهری بدن می‌شوند.



▶ **ساختار ماهیچه**

هر ماهیچه اسکلتی از تعداد زیادی تار ماهیچه‌ای که به‌طور منظم کنار یک دیگر قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. تارهای ماهیچه‌ای به‌صورت دسته‌های تارهای ماهیچه‌های مجزا قرار دارند. هر تار ماهیچه‌ای از تارهای باریک‌تری به‌نام میکروفیبریل یا تارچه تشکیل شده است. هر تارچه نیز از بخش‌های باریک‌تری به‌نام میوفیلامنت ساخته شده است. یک ماهیچه هنگامی منقبض می‌شود که تعدادی میوفیلامنت در پاسخ به یک تحریک عصبی روی یک دیگر حرکت کنند.

▲ **ماهیچه‌ی اسکلتی**

به ماهیچه‌ی اسکلتی، ماهیچه مخطط نیز گفته می‌شود. مخطط بودن ماهیچه را فقط می‌توان زیر میکروسکوپ مشاهده کرد. مخطط بودن ماهیچه ناشی از طرز قرار گرفتن میوفیلامنت‌ها در یک تار ماهیچه‌ای است. طرز قرار گرفتن آن‌ها طوری است که به‌صورت نوارهای تیره و روشن دیده می‌شوند.

◀ **ماهیچه‌های بدن**

بیش از ۶۰۰ ماهیچه در بدن وجود دارد. ماهیچه‌ها اندازه‌های متنوعی دارند، کوچک‌ترین آن‌ها ماهیچه‌های کره‌ی چشم هستند که در حدقه‌ی چشم قرار دارند و از بزرگ‌ترین آن‌ها؛ ماهیچه‌های ران قابل ذکرند. ماهیچه‌ها به‌صورت لایه‌های منظم قرار دارند. در این شکل، در یک طرف ماهیچه‌های سطحی (خارجی) جلوی بدن و در طرف دیگر، ماهیچه‌هایی که در بخش‌های داخلی‌تر قرار دارند، نشان داده شده است.

حرکت

ماهیچه‌های اسکلتی تا مفصل‌ها امتداد دارند و به‌وسیله رشته‌های قوی به‌نام زردپی به استخوان طرف دیگر مفصل وصل شده‌اند. ماهیچه‌ها با پیام‌های عصبی که از مغز و نخاع دریافت می‌کنند، منقبض و سبب حرکت استخوان‌ها می‌شوند. اگرچه ما حرکات خود را به‌طور ارادی انجام می‌دهیم، اما مغز می‌تواند دستور انجام یک سری از حرکات غیرارادی را بدهد؛ مثلا ما می‌توانیم راه برویم بدون این که درباره‌ی آن فکر کنیم.

ماهیچه‌ی چهارسر ران
و سایر ماهیچه‌های جلوی ران منقبض می شوند و زانو را راست می‌کنند

ماهیچه‌ی دو سر ران
و سایر ماهیچه‌های پشت ران استراحت می‌کنند تا زانو راست شود

ماهیچه‌ی توام،
استراحت می‌کند تا زانوراست شود

هنگامی که زانو راست می‌شود، ساق پا به‌طرف بالا حرکت می‌کند

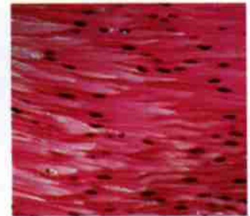
عمل ماهیچه‌ها هنگام حرکت ◄

برای راست شدن زانو، ماهیچه‌های بالای ران منقبض می‌شوند و همزمان با آن، ماهیچه‌های پشت پا استراحت می‌کنند. دو گروه ماهیچه‌ای را که مخالف هم عمل می‌کنند، ماهیچه‌های متقابل می‌گویند. انقباض‌های ماهیچه‌های متقابل تاثیرات متفاوت دارند؛ مثلا در مورد زانو، یک ماهیچه سبب راست شدن و دیگری سبب خم شدن آن می‌شود.

انواع دیگر ماهیچه

ماهیچه‌های اسکلتی تنها ماهیچه‌های بدن نیستند، دو نوع دیگر ماهیچه به‌نام ماهیچه‌های صاف و ماهیچه‌ی قلبی وجود دارند. برخلاف ماهیچه‌های اسکلتی، دو گروه اخیر بدون اراده فعالیت می‌کنند

ماهیچه‌ی صاف



ماهیچه‌های صاف در دیواره‌ی بسیاری از اندام‌ها مثل مثانه، رحم و روده یافت می‌شوند. انقباض‌های ماهیچه‌های روده سبب جلو راندن غذا می‌شود. ماهیچه‌های صاف کوتاه و دوکی‌شکلند.

ماهیچه‌ی قلبی



ماهیچه‌ی قلبی در سراسر عمر بدون وقفه منقبض و سبب رانده شدن خون از قلب به درون شش‌ها و سایر اندام‌های بدن می‌شود. ماهیچه‌ی قلبی از شبکه‌ای از رشته‌های ماهیچه‌ای تشکیل شده است.

تار عصبی

شاخه‌ی انتهایی تار عصبی

هنگامی که **تار ماهیچه‌ای** پیام عصبی را دریافت می‌کند، منقبض می‌شود

پایانه‌ی تار عصبی

◄ اتصال عصب و ماهیچه

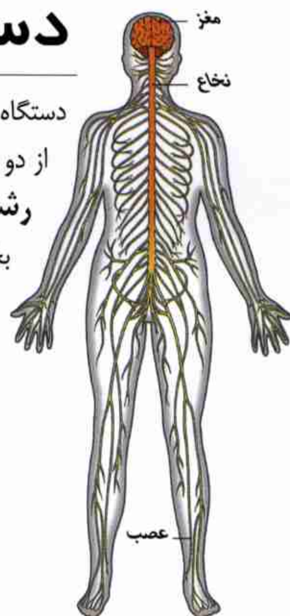
برای انجام یک حرکت، مغز به وسیله‌ی شبکه‌ای از رشته‌های عصبی، یک سری پیام‌های عصبی را برای انقباض به ماهیچه‌ها می‌فرستد. هر رشته‌ی عصبی قبل از این که به ماهیچه برسد، شاخه شاخه می‌شود. هر شاخه پیام عصبی را به یک تار ماهیچه‌ای می‌رساند. محل پیوستن تار عصبی به تار ماهیچه‌ای را اتصال عصب ماهیچه می‌گویند.

e
دستگاه ماهیچه‌ای
mucles

نیز نگاه کنید به ◄◄ حرکت ۳۱۴-۳۱۵ ● دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵ ● دستگاه اسکلتی ۳۴۰-۳۴۱

دستگاه عصبی

دستگاه عصبی مرکز کنترل اصلی اعمال بدن است. این دستگاه از دو بخش **دستگاه عصبی مرکزی** (CNS) و شبکه‌ای از **رشته‌های عصبی** که از دستگاه عصبی مرکزی به همه‌ی بخش‌های بدن کشیده شده‌اند، ساخته شده است. دستگاه عصبی اعمال ارادی مثل قدم زدن، صحبت کردن و **انعکاس‌ها** و اعمال غیر ارادی مثل تنفس را کنترل می‌کند.

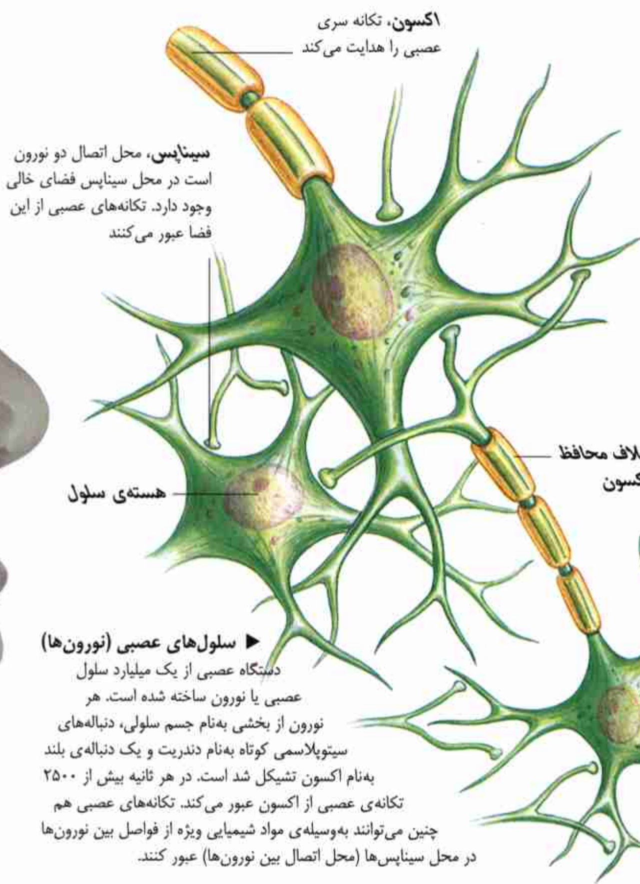


▲ **بخش‌های دستگاه عصبی**
دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است. بخش دیگری از دستگاه عصبی، دستگاه عصبی پیرامونی نام دارد و شامل رشته‌های عصبی است. دستگاه عصبی پیرامونی شامل دوازده جفت عصب که از مغز منشأ گرفته‌اند (اعصاب مغزی)، و ۳۱ جفت عصب، که از نخاع منشا گرفته‌اند (اعصاب نخاعی) است.

هیپوتالاموس، به تنظیم دستگاه درون ریز بدن (ترشح هـــورمون‌ها) کمک می‌کند

مخ، شامل دو نیمکره است و مسئولیت انجام بسیاری از اعمال پیچیده‌ی بدن را دارد

هیپوفیز، هورمون‌هایی را می‌سازد و ترشحات هورمونی سایر غده‌ها را تنظیم می‌کند

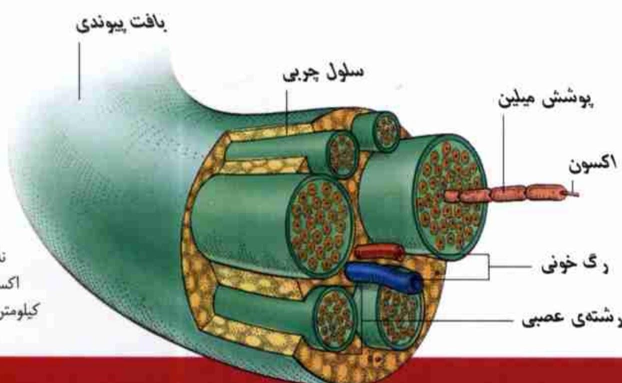


▶ **سلول‌های عصبی (نورون‌ها)**
دستگاه عصبی از یک میلیارد سلول عصبی یا نورون ساخته شده است. هر نورون از بخشی به‌نام جسم سلولی، دنباله‌های سیتوپلاسمی کوتاه به‌نام دندریت و یک دنباله‌ی بلند به‌نام اکسون تشیکل شد است. در هر ثانیه بیش از ۲۵۰۰ تکانه‌ی عصبی از اکسون عبور می‌کند. تکانه‌های عصبی هم چنین می‌توانند به‌وسیله‌ی مواد شیمیایی ویژه از فواصل بین نورون‌ها در محل سیناپس‌ها (محل اتصال بین نورون‌ها) عبور کنند.

رشته‌های عصبی

رشته‌های عصبی یا اعصاب از دسته‌ای اکسون سلول‌های عصبی درست شده‌اند. برخی از این اکسون‌های عصبی اطلاعات مختلف را از گیرنده‌های حسی در بخش‌های مختلف بدن جمع‌آوری می‌کنند و به دستگاه عصبی مرکزی می‌آورند.
برخی دیگر از اکسون‌ها پیام‌های عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی برای انجام حرکت به ماهیچه‌ها و یا برای ترشح هورمون به غده‌های مختلف بدن می‌برند. بسیاری از اکسون‌ها به‌وسیله‌ی لایه‌ای از چربی به‌نام میلین پوشیده شده‌اند. تکانه‌های الکتریکی از پوشش میلین عبور نمی‌کنند.

e ⏭ دستگاه عصبی nerves



▶ **ساختمان یک عصب** (رشته‌ی عصبی)
بسیاری از رشته‌های عصبی از دسته‌های اکسون درست شده‌اند. سرعت عبور پیام‌های عصبی از یک عصب به قطر آن و داشتن یا نداشتن پوشش میلین اکسون‌ها بستگی دارد. اکسون‌های میلین‌دار پیام عصبی را با سرعت ۳۵۰ کیلومتر در ساعت هدایت می‌کنند.

دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی دو وظیفه اصلی دارد. یکی تجزیه و تحلیل اطلاعاتی که از محیط اطراف می‌رسد (مثل اطلاعاتی که از اندامی مثل چشم دریافت شده است) و دیگری اطلاعاتی که از بخش‌های مختلف درون بدن دریافت می‌شود (اطلاعاتی که از گیرنده‌های حسی داخلی دریافت شده است). نقش دیگر دستگاه عصبی مرکزی ارسال دستورالعمل‌هایی مثل فرمان حرکت است که بدن را محافظت و نگه‌داری می‌کند. برخی از فعالیت‌های دستگاه عصبی مرکزی اعمال انعکاسی کاملاً ساده هستند، اما بسیاری از فعالیت‌هایی که در مخ انجام می‌گیرد، ارادی و پیچیده‌اند.

جسم پینه‌ای، دو نیمکره‌ی مخ را به‌هم متصل می‌کند

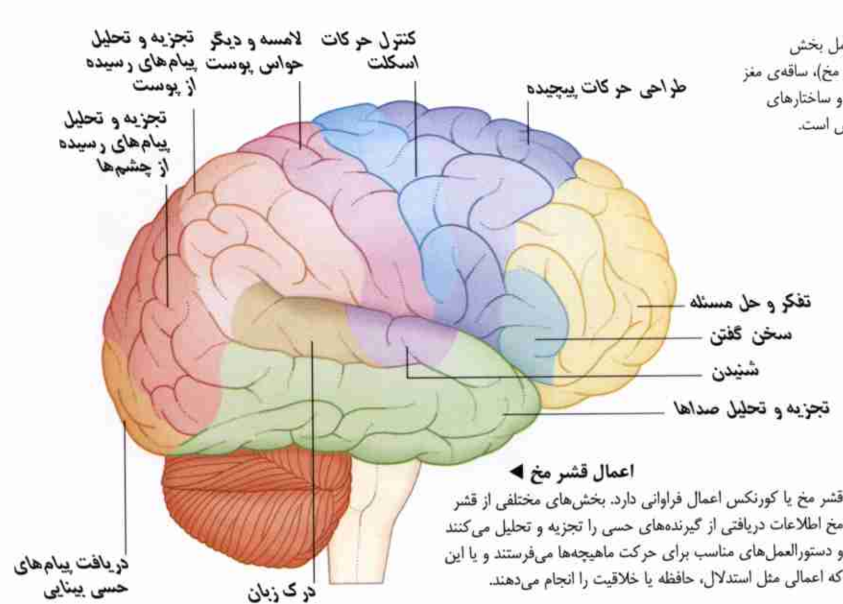
مخچه، سبب حفظ تعادل و شکل کلی بدن و تنظیم حرکت می‌شود

تالاموس، پیام‌های حسی را تقویت می‌کند

استخوان جمجمه، حافظت از مغز را به‌عهده دارد

◄ بخش‌های مغز

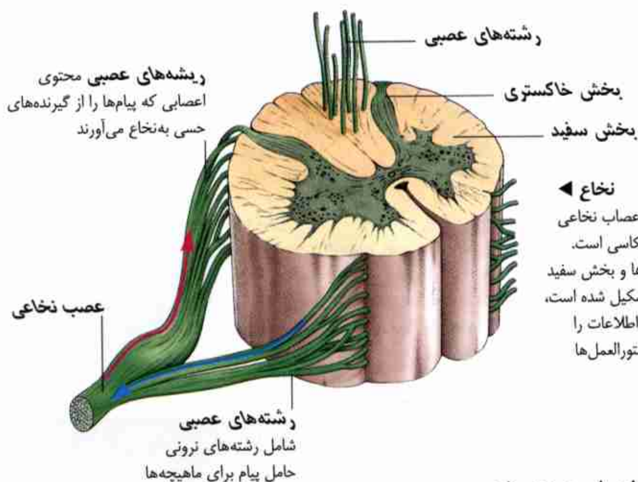
بخش‌های اصلی مغز شامل بخش چین خورده‌ی مخ (قشر مخ)، ساقه‌ی مغز و مخچه در پشت آن و ساختارهای مرکزی مثل تالاموس است.



اعمال قشر مخ ◄

قشر مخ یا کورتکس اعمال فراوانی دارد. بخش‌های مختلفی از قشر مخ اطلاعات دریافتی از گیرنده‌های حسی را تجزیه و تحلیل می‌کنند و دستورالعمل‌های مناسب برای حرکت ماهیچه‌ها می‌فرستند و یا این که اعمالی مثل استدلال، حافظه یا خلاقیت را انجام می‌دهند.

ساقه‌ی مغز، فعالیت‌های حیاتی اساسی مثل تنفس و ضربان قلب را تنظیم می‌کند



نخاع ◄

نقش اصلی نخاع انتقال اطلاعات بین مغز و اعصاب نخاعی است. نخاع همچنین مرکز برخی از اعمال انعکاسی است. بخش خاکستری نخاع از جسم سلولی نورون‌ها و بخش سفید آن از اکسون‌های آن‌ها (رشته‌های عصبی) تشکیل شده است. رشته‌های عصبی نخاع به دو گروه حسی، که اطلاعات را به بخش‌های بالاتر می‌برند، و حرکتی، که دستورالعمل‌ها را از مغز به‌پایین می‌آورند، تقسیم می‌شوند.

نخاع، از مغز تا انتهای ستون مهره امتداد دارد



◄ یک عمل انعکاسی ساده

در یک انعکاس ساده اطلاعات از محل تحریک شده، در این جا انگشتان، به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسد (پیکان‌های قرمز رنگ) و سبب فعال شدن یک واکنش سریع، در این جا انقباض ماهیچه‌های دست (پیکان‌های آبی رنگ) و کشیدن آن به عقب می‌شود. در این انعکاس فقط دو سلول عصبی و نخاع شرکت دارند. اما سرانجام پیام‌های عصبی نیز به مغز می‌روند و درد احساس می‌شود.

انعکاس‌ها

انعکاس یا بازتاب، به‌عنوان ساده‌ترین عمل عصبی، پاسخی سریع و غیر ارادی است که دستگاه عصبی نسبت به یک محرک می‌دهد. مثل برخورد پوست به یک جسم داغ. در بُعد وسیع‌تر، انعکاس‌ها پاسخ‌های غیر ارادی هستند که دستگاه عصبی به یک سری از محرک‌ها می‌دهد و سبب انجام فعالیت‌های زیادی در اندام‌های بدن، مثلاً تنظیم ضربان قلب، می‌شود. بخشی از دستگاه عصبی که دستگاه عصبی خود مختار نامیده می‌شود، چنین اعمالی را در سراسر بدن کنترل می‌کند.

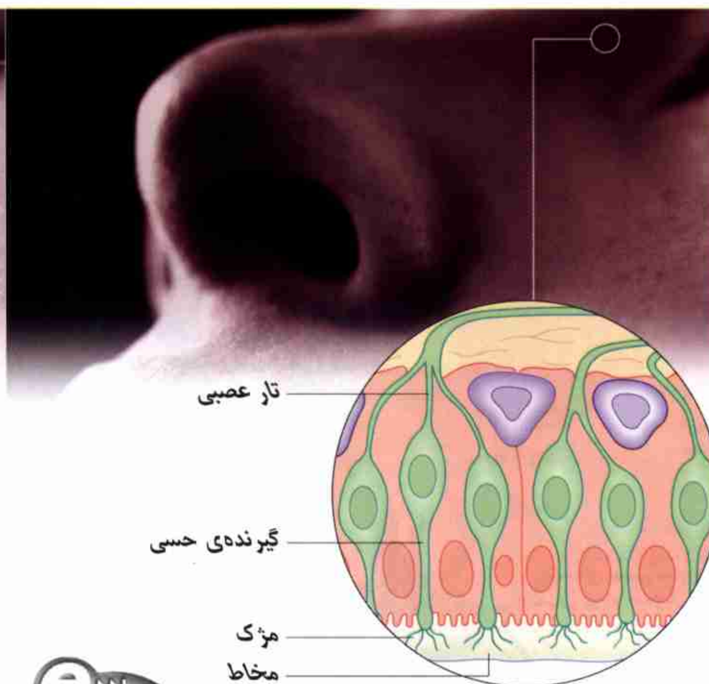
نیز نگاه کنید به ◄◄ بویایی ۳۴۶ • چشایی ۳۴۶ • شنوایی ۳۴۶ • لامسه ۳۵۰ • دستگاه درون ریز ۳۴۶ • بینایی ۳۴۸-۳۴۹

بویایی

آدمی دارای حس بویایی خیلی قوی است. ما می‌توانیم هزاران نوع بو را تشخیص دهیم. این توانایی به وجود گیرنده‌های حسی ویژه‌ای در بخش بالای بینی وابسته است. هنگامی که گیرنده‌های حسی بویایی به‌وسیله مولکول‌های بو تحریک می‌شوند، پیام‌های حسی را به‌مغز می‌فرستند. گاهی اوقات مولکول‌های بو به مراکز حسی نمی‌رسند و در چنین حالتی، بو کشیدن سبب کمک به رسیدن بو به مراکز حسی می‌شود.

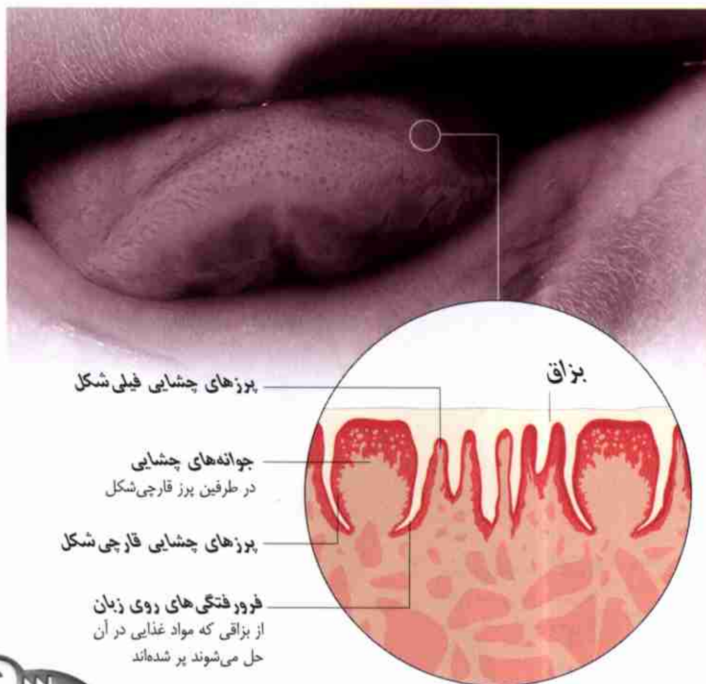
چشایی

ما می‌توانیم مزه‌ی مواد غذایی و نوشیدنی را به کمک حدود ۱۰/۰۰۰ جوانه‌ی چشایی بر روی ساختارهایی به‌نام پرزهای چشایی، حس کنیم. این گیرنده‌های حسی پیام عصبی را برای تفسیر به مرکز عصبی می‌فرستند. چهار مزه‌ی اصلی ـ شیرینی، شوری، ترشی و تلخی ـ به‌وسیله‌ی جوانه‌های چشایی در چهار نقطه‌ی زبان احساس می‌شوند. حس چشایی و بویایی برای تشخیص مزه و بوی مواد با یکدیگر همکاری دارند.





▲ **گیرنده‌های حسی بو در سقف بینی**
سلول‌های گیرنده‌ی بو، سلول‌های عصبی اختصاص یافته‌اند. هر سلول گیرنده‌ی بویایی مژک‌های کوچکی دارد که در فضای بالای حفره‌ی بینی قرار گفته‌اند. یک تار عصبی از انتهای دیگر هر گیرنده‌ی بویایی بیرون آمده است. این تارهای عصبی به‌هم می‌پیوندند و عصب بویایی را می‌سازند.





▲ **پرزهای چشایی روی زبان**
پرزهای چشایی برجستگی‌های کوچکی بر روی زبان هستند. پرزهای چشایی قارچی‌شکل و دیگر انواع پرزهای چشایی همگی حاوی جوانه‌های چشایی هستند. انواعی از پرزهای چشایی کوچک‌تر رشته‌ای‌شکل، جوانه چشایی ندارند، ولی سبب ناصافی سطح زبان می‌شوند که به جابه‌جا کردن غذا توسط زبان در داخل دهان کمک می‌کنند.



▲ **مژک‌های گیرنده‌های حسی بویایی**
مژک‌ها به‌وسیله‌ی مقدار جزیی مولکول‌های بو در هوا تحریک می‌شوند. مولکول‌های بو ابتدا به‌وسیله‌ی مایع مخاط جذب می‌شوند و سپس با تحریک مژک‌ها، پیام های حسی به‌وجود می‌آیند.



▲ **گیرنده‌های حسی مزه در جوانه‌های چشایی**
هر جوانه‌ی چشایی دارای تعدادی گیرنده حسی چشایی است. از هر سلول چشایی مژک‌هایی بیرون زده‌اند. مولکول‌های مواد غذایی و نوشیدنی‌ها ابتدا در بزاق حل می‌شوند و سپس با تحریک مژک‌ها سبب ایجاد پیام عصبی در گیرنده‌ها و ارسال آن به مغز می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵

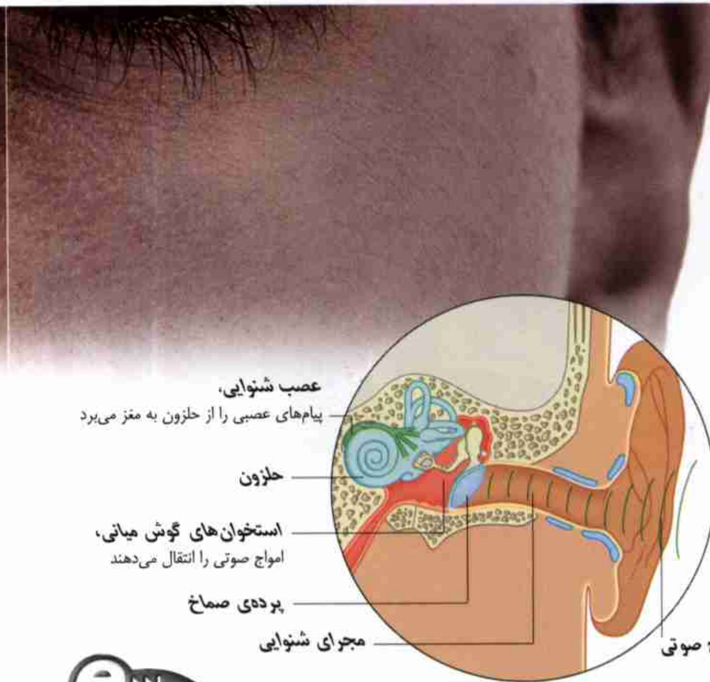
نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه گوارش ۳۵۸-۳۵۹

شنوایی

گوش‌های ما سبب می‌شوند بتوانیم امواج صوتی مختلفی را که با فشارهای متفاوت در هوا منتشر می‌شوند، بشنویم. امواج صوتی پس از ورود به گوش و گذشتن از چند بخش به حلزون گوش میانی می‌رسند. با تحریک گیرنده‌های شنوایی در این بخش، پیام‌های عصبی تولید می‌شوند که به مغز می‌روند. گوش آدمی می‌تواند طیف وسیعی از صداهای زیر و بم، از صدای جیرجیر یک موش تا خروش عبور یک هواپیمای جت را احساس کند.

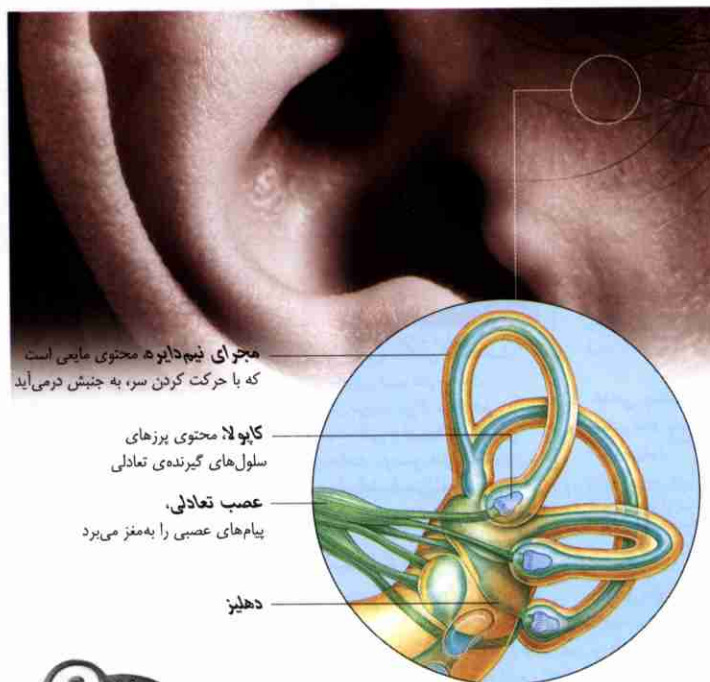
تعادل

حفظ تعادل یک حس درونی و وابسته به گیرنده‌های حسی است که موقعیت سر و بدن را مشخص می‌کنند. حس تعادل نقش اساسی در ایستادن و حرکت کردن ما دارد و از افتادن ما جلوگیری می‌کند. مجرای نیم‌دایره در گوش میانی و عصب تعادلی اطلاعات مربوط به‌حرکت و موقعیت سر را تعیین می‌کنند. از ترکیب این اطلاعات و پیام‌هایی که از چشم‌ها می‌آید، تعادل بدن حفظ می‌شود.





▲ **دستگاه شنوایی گوش**
گوش خارجی (لاله‌ی گوش) سبب جمع‌آوری امواج صوتی و هدایت آن‌ها به‌درون مجرای شنوایی می‌شود. امواج صوتی سبب به ارتعاش درآمدن پرده‌ی صماخ در انتهای مجرای شنوایی می‌شوند. ارتعاش پرده‌ی صماخ سبب انتقال امواج صوتی از طریق سه استخوان کوچک گوش میانی به حلزون گوش درونی می‌شود.





▲ **دستگاه تعادلی در گوش داخلی**
حرکات چرخشی سر، سبب تحریک پرزهای سلول‌های گیرنده‌ای که در ساختاری به نام کاپولا در مجاری نیم‌دایره‌ی گوش قرار دارند، می‌شود و خم شدن سر و موقعیت آن، به وسیله‌ی پرزهای سلول‌های گیرنده در دهلیز گوش میانی مشخص می‌گردد.



▲ **گیرنده‌های حسی شنوایی در حلزون**
درون حلزون، امواج صوتی پرزهای سلول‌های گیرنده‌های شنوایی را تحریک می‌کند که در نتیجه، در گیرنده‌های شنوایی پیام عصبی تولید می‌شود. پیام‌های عصبی تولید شده به مغز می‌روند و در آن‌جا کیفیت صدا تشخیص داده می‌شود.

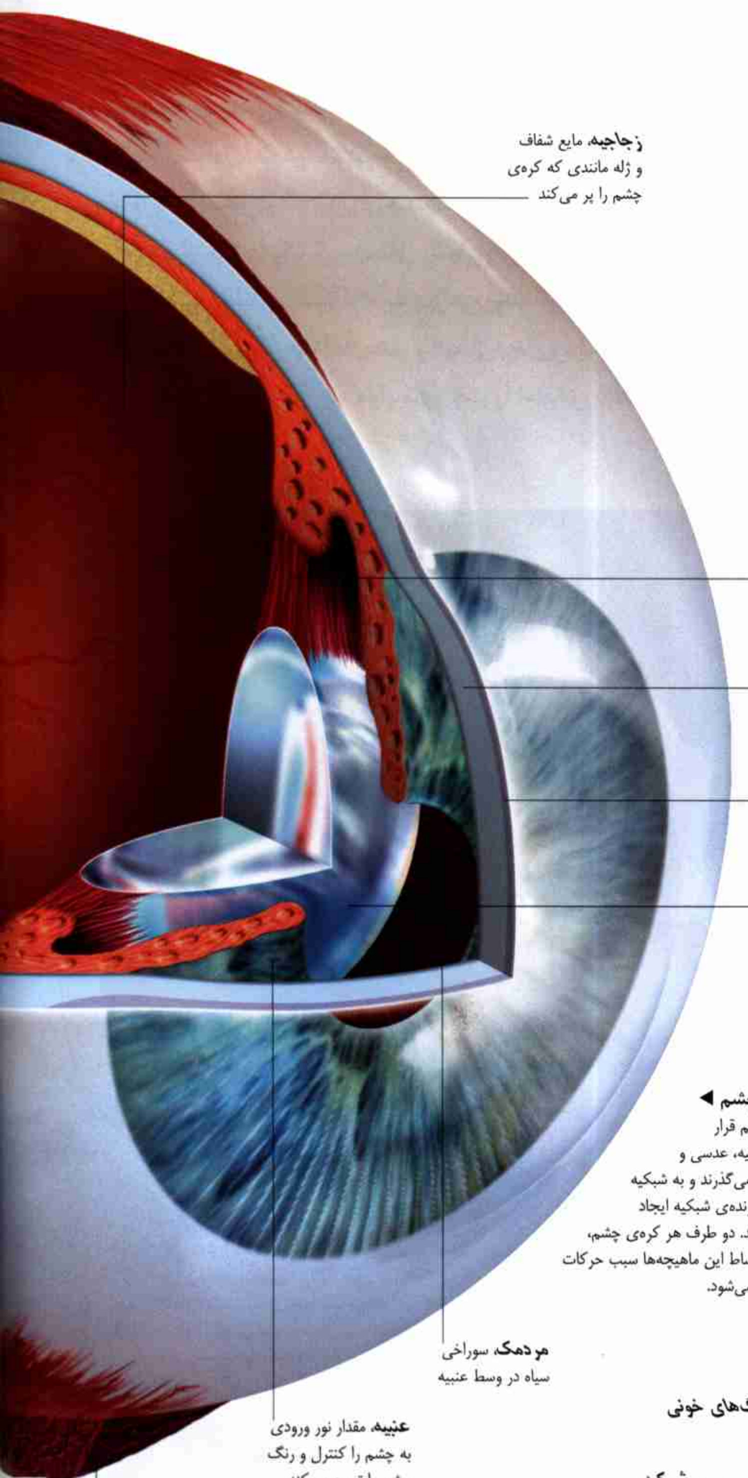
▲ **اتولیت در دهلیز**
این بلورهای ریز اتولیت نامیده می‌شوند و به پرزهای سلول‌های گیرنده در دهلیز گوش چسبیده‌اند. هنگامی که سر خم می‌شود، اتولیت‌ها حرکت می‌کنند و سبب خم شدن پرزهای سلول‌های گیرنده می‌شوند که سبب ایجاد پیام عصبی در این سلول‌ها و ارسال آن به‌مغز می‌گردد.

نیز نگاه کنید به ◄◄ صوت ۱۰۰-۱۰۱ • تن صدا ۱۰۳

نیز نگاه کنید به ◄◄ بینایی ۲۴۸-۲۴۹

بینایی

در تمام مدت بیداری چشم‌های ما دائما فعالند و اطلاعات دنیای اطراف را جمع‌آوری می‌کنند. این اطلاعات پس از رسیدن به مغز تجزیه و تحلیل می‌شوند و ما می‌توانیم جزئیات تصاویر اطراف خود را درک کنیم. ما می‌توانیم فاصله‌ها را تشخیص دهیم، در نور کم و روشنایی ببینیم و **دید رنگی** داشته باشیم.
برای دیدن اجسام، پرتوهای نورانی منعکس‌شده از آن‌ها باید به بخش درونی کره‌ی چشم برسد. در این‌جا پیام‌های عصبی تولید می‌شود که برای تفسیر به مغز فرستاده می‌شوند.



تغییرات مردمک چشم

کوچک شدن



در نور زیاد و یا هنگامی که به اجسام نزدیک نگاه می‌کنیم قطر مردمک کوچک می‌شود. کوچک شدن قطر مردمک ناشی از انقباض ماهیچه‌های حلقوی اطراف آن یا عنبیه (بخش رنگی اطراف مردمک) است. کاهش قطر مردمک سبب کم شدن مقدار ورود نور به چشم می‌شود.

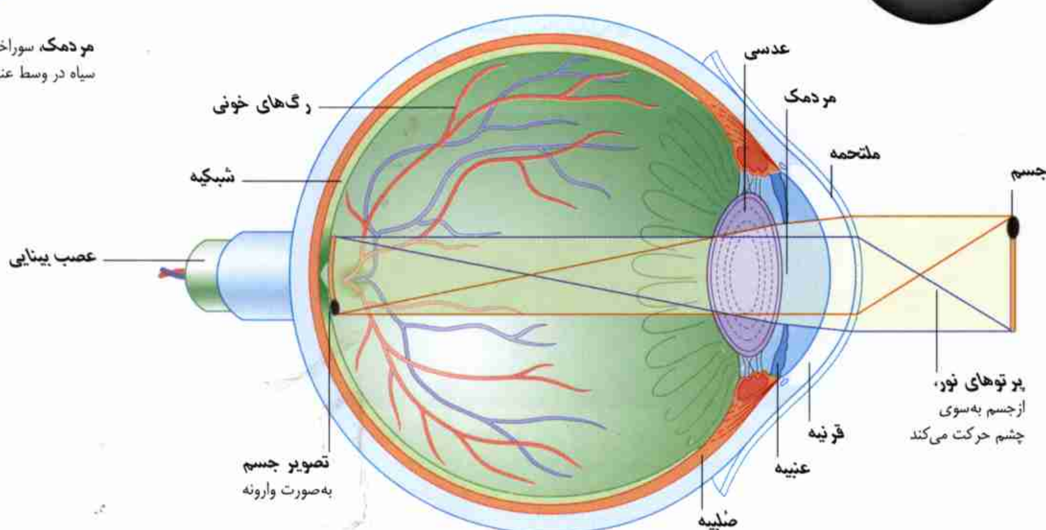
بزرگ شدن

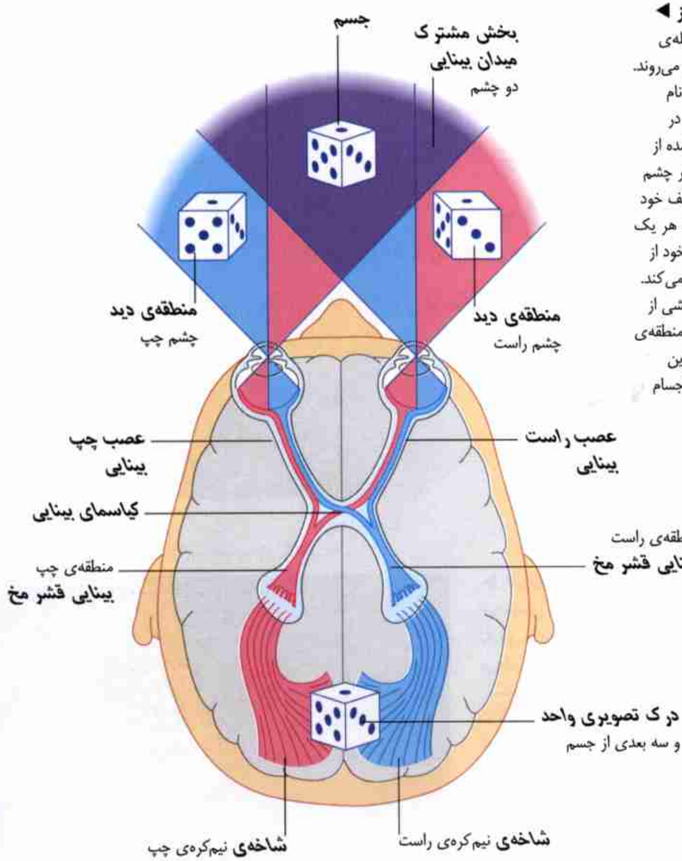


در نور کم و یا هنگامی که به اجسام دور نگاه می‌کنیم، قطر مردمک افزایش می‌یابد. بزرگ شدن قطر مردمک ناشی از انبساط ماهیچه‌های عنبیه است. باز شدن قطر مردمک سبب می‌شود که مقدار نور بیش‌تری به درون چشم راه یابد.

بخش‌های مختلف چشم ◄
چشم‌ها در دو حفره‌ی جمجمه به نام حدقه‌ی چشم قرار گرفته‌اند. پرتوهای نور پس از ورود به چشم از قرنیه، عدسی و زجاجیه (مایعی که کره‌ی چشم را پر کرده است) می‌گذرند و به شبکیه می‌روند. پیام‌های عصبی که توسط سلول‌های گیرنده‌ی شبکیه ایجاد می‌شوند، توسط عصب بینایی به مغز برده می‌شوند. دو طرف هر کره‌ی چشم، شش ماهیچه کوچک وجود دارد که انقباض و انبساط این ماهیچه‌ها سبب حرکات کره‌ی چشم در جهات مختلف درون حدقه‌ی آن می‌شود.







از چشم تا مغز ◄
پیام‌های عصبی بینایی به‌وسیله‌ی اعصاب بینایی از چشم بیرون می‌روند. اعصاب هر چشم در محلی به‌نام کیاسما با هم تلاقی می‌کنند. در این محل رشته‌های عصبی آمده از بخش‌های داخلی شبکیه‌ی هر چشم اطلاعات خود را به‌طرف مخالف خود در مغز می‌برند. به این ترتیب، هر یک از نیم کره‌های مخ از مخالف خود از هر چشم پیام عصبی دریافت می‌کند. اعصاب بینایی سرانجام به بخشی از ناحیه‌ی پس سری مخ، به‌نام منطقه‌ی بینایی قشر مخ، می‌رسند. در این مرحله تصویری سه بعدی از اجسام درک می‌شود.

ماهیچه‌ی راست بالایی، چشم را به‌طرف بالا حرکت می‌دهد

عصب بینایی، در محل نقطه‌ی کور از چشم خارج می‌شود

نقطه‌ی کور، در این قسمت سلول گیرنده وجود ندارد

صلبیه، لایه‌ی ضخیم و سفید کره چشم است

مشیمیه، لایه‌ی سیاه و محتوی رگ‌های خونی است

شبکیه، لایه‌ی داخلی چشم و محتوی میلیون‌ها سلول گیرنده‌ی نوری است

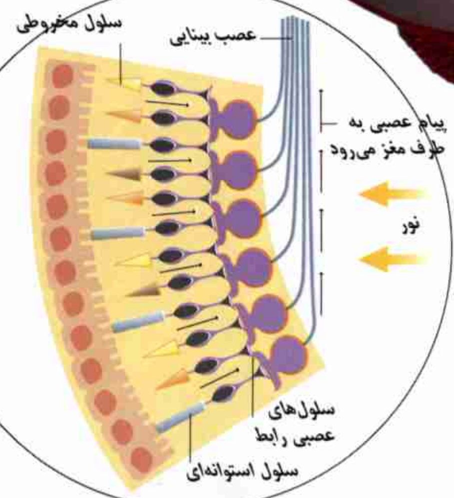
ماهیچه‌ی مستقیم میانی، کره‌ی چشم را به‌طرف بینی حرکت می‌دهد

دیدِ رنگی

شبکیه دارای دو نوع سلول گیرنده‌ی بینایی مخروطی و استوانه‌ای است. سلول‌های مخروطی شکل نسبت به رنگ‌ها حساسند. سه نوع سلول مخروطی وجود دارد که هر کدام از آن‌ها به طیف متفاوتی از طول موج‌های نور (رنگ) حساس است. هر نوع سلول مخروطی یک پیام عصبی به مخ می‌فرستد. از تلفیق پیام‌های رسیده با یک دیگر در قشر مخ جزئیات رنگ‌های یک جسم تشخیص داده می‌شود.



▲ سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی
در شبکیه‌ی هر چشم تعداد بی‌شماری سلول‌های استوانه‌ای شکل (در شکل بالا به رنگ خاکستری) وجود دارد. تعداد سلول‌های استوانه‌ای ۱۷ برابر تعداد سلول‌های مخروطی است. گیرنده‌های مخروطی فقط در نور زیاد فعالیت دارند ولی گیرنده‌های استوانه‌ای به‌نور کم پاسخ می‌دهند. برخلاف گیرنده‌های مخروطی، گیرنده‌های استوانه‌ای فقط یک شکل دارند. سلول‌های استوانه‌ای مسئول تشخیص رنگ‌های سیاه و سفیدند که ما در نور کم تشخیص می‌دهیم.



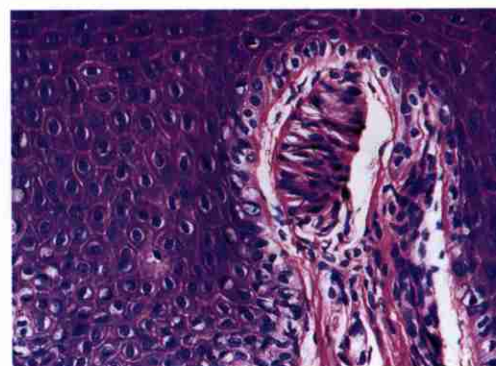
◄ چگونگی واکنش شبکیه به نور
هنگامی که پرتوهای نورانی به‌چشم می‌رسند، در مواد جذب‌کننده‌ی نور در سلول‌های گیرنده‌ی مخروطی و استوانه‌ای تغییراتی می‌دهند. این تغییرات سبب ایجاد پیام عصبی در این سلول‌ها می‌شود. سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای به گروهی از سلول‌های رابط عصبی می‌پیوندند و از طریق این سلول‌ها، پیام‌های عصبی بینایی به‌مغز می‌روند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ نور ۱۱۰-۱۱۱ • رنگ ۱۱۲-۱۱۳ • شکست ۱۱۴ • عدسی‌ها ۱۱۵ • دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵

لامسه

حس لامسه دارای گیرنده‌های ویژه‌ای است که در سراسر پوست پراکنده‌اند. گیرنده‌های پوست سبب می‌شوند ما بتوانیم دردِ ناشی از سوختگی لمس جسم داغی مثل اتو تا نرمی تماس یک پَر با پوست خود را احساس کنیم. گیرنده‌های پوست پیام‌های حسی را به نخاع و سپس برای تجزیه و تحلیل به مخ می‌فرستند.





◀ گیرنده‌های لمس
گیرنده‌های لمس پایانه‌ی تخصص یافته‌ی انتهای تارهای عصبی‌اند، بن‌های مایسنر، مثل شکل سمت راست، گیرنده‌های حس لامسه‌اند و در بخش‌هایی از پوست که فاقد مو هستند، مثل لب‌ها، نوک انگشتان و کف دست، وجود دارند. انواع دیگری از گیرنده‌های حسی در پوست وجود دارند که به تغییرات فشار، کشش، ارتعاش و حرکت موها حساسند.



شیارهای انگشت ◀
برخی از نقاط پوست مثل نوک انگشتان و کف دست شیار دارند. این شیارها به گرفتن اشیاء و لمس کمک می‌کنند (در این محل‌ها گیرنده‌های بیش‌تری وجود دارد). طرح شیارها و فرو رفتگی‌های انگشتان برای هر نفر ویژه‌ی خود اوست، به‌گونه‌ای که از طرح شیارهای انگشت هر فرد به هویت او می‌توان پی برد. در این تصویر بزرگ شده نمونه‌ای از شیارهای نوک انگشت نشان داده است، که طرح شیارهای حلقه‌ای نام دارد.

▼ خط بریل
یک فرانسوی به نام لوئیس بریل در قرن نوزدهم نوعی خط را طراحی کرد که به کمک آن، افراد نابینا نیز می‌توانند بخوانند. هر کلمه به‌صورت مجموعه‌ای از نقاط برجسته ثبت می‌شود شخص نابینا با لمس این نقاط، کلمه را تشخیص می‌دهد. توانایی خواندن خط بریل به حساسیت زیاد نوک انگشتان دست وابسته است.



نیز نگاه کنید به ◀◀ دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵

پوست

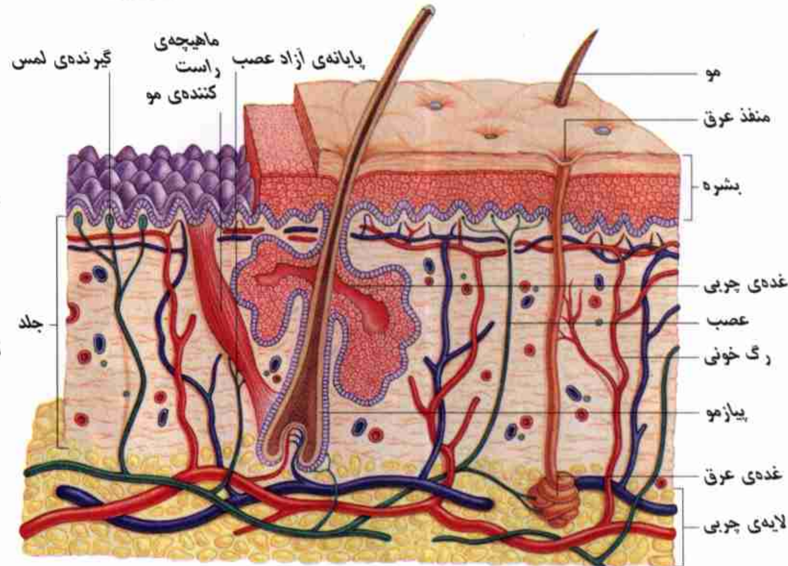
پوست بدن همراه با مو و ناخن پوشش محافظی را در روی بدن درست می‌کند که آن را از تاثیر سوء پرتوهای خورشیدی حفظ می‌کند. پوست هم چنین به‌عنوان اولین سد دفاعی بدن در برابر ورود میکروب‌ها، کنترل میزان آب بدن، **تنظیم دما**ی بدن و حس لامسه نقش اساسی دارد.



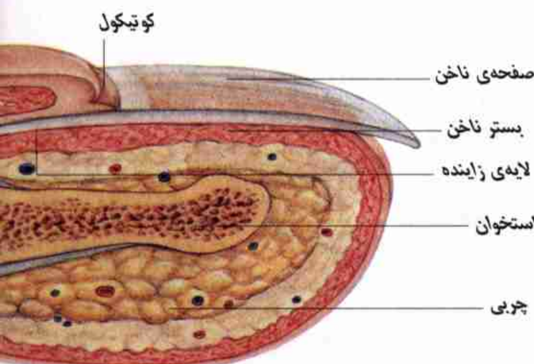
▲ پیاز مو
هر مو از بخشی به‌نام پیاز مو رشد می‌کند و اطراف هر مو به‌وسیله‌ی بافت بشره احاطه شده است و تا درون جلد امتداد دارد. این شکل میکروسکپی از فولیکول مو، ۳۰۰ بار بزرگ‌تر شده است. هر مو ابتدا رشد می‌کند، سپس رشد آن متوقف و بعد از آن می‌ریزد. به‌طور معمول، ریزش مو ناشی از رویش موی جدید در زیر آن است. معمولا در هر روز حدود ۱۰۰ مو از سر می‌ریزد و به جای آن موی جدید می‌روید.

◀ لایه‌های پوست
پوست دارای دو لایه‌ی اساسی بشره و جلد است. بشره‌ی پوست شامل یک لایه از سلول‌های مرده و یک لایه‌ی زنده است. سلول‌های مرده‌ی لایه رویی به‌تدریج می‌ریزند و به‌وسیله سلول‌های زیرین جایگزین می‌شوند. در زیر بشره، لایه‌ی ضخیم جلد قرار دارد که به‌وسیله‌ی لایه‌ای از بافت چربی عایق از بخش‌های زیرین جدا شده است.





▲ بخش‌های پوست
اجزای زیادی مثل رگ‌های خونی، عصب، پیاز مو و غدد عرق در جلد وجود دارند. برخی از پایانه‌های تارهای عصبی آزادند ولی گیرنده‌های دیگر مثل گیرنده‌های فشار لمس و تغییرات دما این‌طور نیستند.



▲ ناخن
انتهای انگشتان دست و پا با ناخن پوشیده شده است. این صفحات محکم که عمدتاً از کراتین ساخته شده‌اند از پوست انگشتان محافظت می‌کنند (کراتین پروتئینی است که در مو و پوست وجود دارد). ناخن از رشد سلول‌های زنده‌ای به‌نام لایه‌ی زاینده که در زیر بخشی از پوست به‌نام کوتیکول قرار دارد، به‌وجود می‌آید.

تنظیم دما

رگ‌های خونی، موها و غده‌های عرق پوست با کمک یک دیگر سبب تنظیم دمای بدن می‌شوند، هنگام احساس گرما، غده‌های عرق فعالیت بیش‌تری می‌کنند و رگ‌های خونی قطورتر می‌شوند تا خون بیش‌تری به سطح پوست برسد و در آن‌جا خنک شود. هنگام احساس سرما عکس این حالت رخ می‌دهد. علاوه بر این، انقباض ماهیچه‌های کوچکی که به فولیکول مو چسبیده‌اند سبب راست شدن مو می‌شود و لایه‌ی نسبتاً عایقی را روی پوست به‌وجود می‌آورد.



منفذ عرق ◀
غده‌های عرق، مایع شوری را ترشح می‌کنند که از راه منفذ عرق، مثل شکل سمت چپ، به سطح پوست می‌رسد. اطراف منفذ عرق به‌وسیله سلول‌های مرده‌ی بشره احاطه شده است. عرق در سطح پوست تبخیر و سبب پایین آمدن دمای بدن می‌شود. عرق همچنین سبب دفع آب اضافی بدن و برخی دیگر از مواد زاید می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ انتقال گرما ۸۲-۸۳ ● دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲-۳۴۳ ● دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵

دستگاه گردش خون

دستگاه گردش خون از یک اندام ماهیچه‌ای به‌نام **قلب** و شبکه‌ای از **رگ‌های خونی** که در تمام بخش‌های بدن پراکنده‌اند، ساخته شده است. قلب دائما با حرکت تلمبه‌ای خود **خون** را به‌درون رگ‌های بدن می‌راند. خون اکسیژن و مواد غذایی مورد نیاز را به‌تمام بافت‌ها و اندام‌های بدن می‌برد و مواد زاید را از آن‌ها دور می‌کند. یک فرد بالغ با قد و وزن معمولی حدود ۵ لیتر خون دارد.

گردش خون مغزی، شامل تمام رگ‌های خونی مغز است

سرخرگ کاروتید داخلی، خون را به‌مغز می‌برد

سیاهرگ داخلی گردن، خون را از مغز پایین می‌آورد

بزرگ سیاهرگ زبرین، خون بخش‌های بالایی بدن را به قلب می‌آورد

آئورت، بزرگ‌ترین سرخرگ بدن است، که تمام خون قلب وارد آن می‌شود

گردش خون ششی، خون را از قلب به شش می‌برد و از شش‌ها به قلب می‌آورد

قلب تلمبه‌ای که خون را به گردش درمی‌آورد

بزرگ سیاهرگ زیرین، خون بخش‌های پایین بدن را به قلب باز می‌گرداند

آئورت پایین رو، خون را به بخش‌های پایین بدن می‌برد

سرخرگ ران، خون را به‌طرف پاها می‌برد

سیاهرگ ران، خون را از پاها به‌طرف قلب می‌برد

◀ بخش‌های دستگاه گردش خون

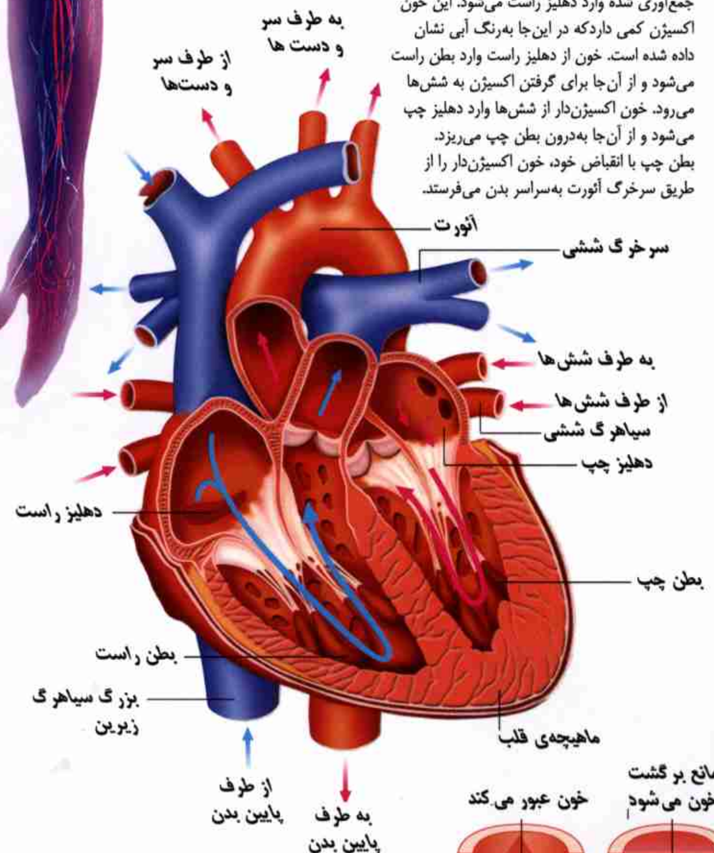
تمام خونی که از بطن چپ بیرون می‌رود، وارد بزرگ‌ترین سرخرگ بدن، یعنی سرخرگ آئورت می‌شود. بقیه سرخرگ‌ها از آئورت جدا می‌شوند و خون را به سر، دست‌ها و پاها و همه‌ی اندام‌های داخلی بدن می‌برند. خون تمام اندام‌های بدن به‌وسیله‌ی دو سیاهرگ به‌نام بزرگ سیاهرگ زیرین و بزرگ سیاهرگ زبرین از پشت قلب، وارد طرف راست آن می‌شود.

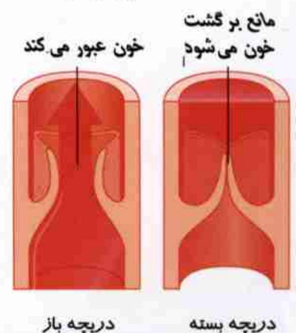
قلب

قلب در تمام عمر بدون خستگی کار می‌کند ـ بیش از ۱۰۰۰ میلیارد بار در طول عمر متوسط یک فرد ـ و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. عامل انقباض‌های قلب تکانه‌های الکتریکی است که توسط بافت ویژه‌ای در قلب ایجاد می‌شوند. تکانه‌های الکتریکی در سراسر ماهیچه‌ی دیواره‌ی قلب به‌وسیله‌ی شبکه‌ای از الیاف هادی پخش می‌شوند.

▼ ساختمان درونی قلب

قلب دارای دو حفره‌ی بالایی به‌نام دهلیز و دو حفره‌ی پایینی به‌نام بطن است. خونی که از سراسر بدن جمع‌آوری شده وارد دهلیز راست می‌شود. این خون اکسیژن کمی داردکه در این‌جا به‌رنگ آبی نشان داده شده است. خون از دهلیز راست وارد بطن راست می‌شود و از آن‌جا برای گرفتن اکسیژن به شش‌ها می‌رود. خون اکسیژن‌دار از شش‌ها وارد دهلیز چپ می‌شود و از آن‌جا به‌درون بطن چپ می‌ریزد. بطن چپ با انقباض خود، خون اکسیژن‌دار را از طریق سرخرگ آئورت به‌سراسر بدن می‌فرستد.





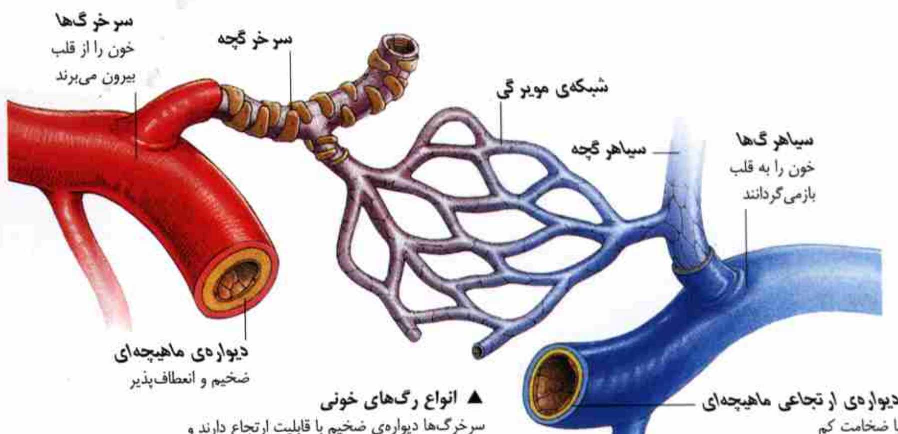
◀ دریچه‌های قلب

در محل خروج هر یک از حفره‌های قلب یک دریچه وجود دارد که کارش یک طرفه کردن جریان خون به‌داخل قلب و یا از قلب به بیرون است. هر دریچه از قسمت‌هایی ساخته شده است که با فشار خون از یک سمت باز می‌شود و به خون اجازه‌ی عبور می‌دهد ولی مانع بازگشت خون می‌شود؛ یعنی جریان خون را یک طرفه می‌کند. هر دریچه از سه قسمت (لخت) تشکیل شده است به‌جز دریچه‌ی بین دهلیز و بطن چپ که دو لختی است.

رگ‌های خونی

اگر رگ‌های خونی بدن یک فرد بالغ را در امتداد یک‌دیگر قرار دهیم، طول آن‌ها به بیش از ۱۰۰/۰۰۰ کیلومتر می‌رسد. سه نوع رگ خونی وجود دارد: سرخرگ‌ها، رگ‌هایی هستند که خون را از قلب بیرون می‌برند؛ سیاهرگ‌ها، رگ‌هایی هستند که خون را به قلب باز می‌گردانند؛ و سومین نوع رگ‌ها، مویرگ‌ها هستند که شبکه‌ای ارتباطی بین کوچک‌ترین سرخرگ‌ها و کوچک‌ترین سیاهرگ‌ها را تشکیل می‌دهند.

▲ **شبکه‌ی مویرگی در کیسه‌ی صفرا**
رگ بزرگی که در این تصویر میکروسکوپی دیده می‌شود یک سرخرگ کوچک است که کاملا به وسیله مویرگ‌ها احاطه شده است. فواصل موجود در دیواره‌ی نازک مویرگ‌ها امکان تبادل مواد را فراهم می‌کند. مویرگ ها از یک سو اکسیژن و مواد غذایی را به سلول‌های بدن می‌رسانند. و از سوی دیگر، مواد زاید تولید شده را از آن‌ها دور می‌کنند.



▲ **انواع رگ‌های خونی**
سرخرگ‌ها دیواره‌ی ضخیم با قابلیت ارتجاع دارند و می‌توانند در برابر نیروی فشار خون مقاومت کنند. خونی که از سرخرگ‌ها وارد مویرگ‌ها می‌شود هنوز دارای فشار است. در شبکه‌ی مویرگی، فشار خون پایین می‌آید و هنگامی که به سیاهرگ‌ها می‌رسد، فشارش خیلی کم شده است. به‌همین علت، دیواره‌ی سیاهرگ‌ها ضخامت کمی دارد.

خون

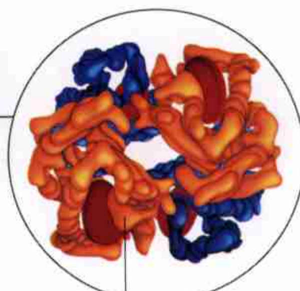
خون از دو بخش، یکی مایعی بی‌رنگ به‌نام پلاسما و دیگری تعداد بی‌شمار سلول‌های خونی شناور، تشکیل شده است. سلول‌های خونی، شامل گلبول‌های قرمز و سفیدند. گلبول‌های قرمز حمل اکسیژن به بافت‌های بدن را به‌عهده دارند و وظیفه گلبول‌های سفید کمک به دفاع از بدن در برابر عوامل بیماری‌زا است. خون هم‌چنین مواد غذایی برای سلول‌ها، پروتئین‌های لازم برای انعقاد خون و مواد دفعی ناشی از فعالیت سلول‌ها را حمل

گلبول‌های قرمز
به شکل کره‌هایی هستند که در طرفین فرو رفته‌اند و خاصیت ارتجاعی دارند

سلول‌های خون ◄
یک قطره‌ی خون، حاوی میلیون‌ها گلبول قرمز است و هر گلبول قرمز حاوی ۲۵۰ میلیون مولکول از ماده‌ای به‌نام هموگلوبین است. در شش‌ها اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد و در جوار بافت‌ها، اکسیژن از هموگلوبین جدا می‌شود. چند نوع گلبول سفید وجود دارد که همگی آن‌ها برای دستگاه ایمنی بدن بسیار مهمند. پلاکت‌ها سلول‌های کوچکی هستند که وجودشان برای انعقاد خون ضروری است.

گلبول‌های سفید،
به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند

پلاکت‌ها،
کوچک و تخم مرغی شکل‌اند



هموگلوبین‌ها، در گلبول‌های قرمز قرار دارند و وظیفه آن‌ها حمل اکسیژن است



▲ **انعقاد خون**
هنگامی که رگی صدمه ببیند، انعقاد خون مانع خونریزی می‌شود. ابتدا پلاکت‌ها به‌هم می‌چسبند و تشکیل سدی را می‌دهند که جلوی خون‌ریزی را می‌گیرد، در همین حال واکنش‌های شیمیایی پیچیده‌ای رخ می‌دهد که سبب تولید رشته‌های پروتئینی به‌نام فیبرین می شود. رشته‌های فیبرین سلول‌های خون و ذرات دیگر را به‌هم می‌چسبانند و تشکیل توده‌ای ژله مانند به‌نام لخته می‌دهند که به‌تدریج جامد می‌شود. لخته آن‌قدر در محل جراحت باقی می‌ماند تا رگ خونی ترمیم شود.

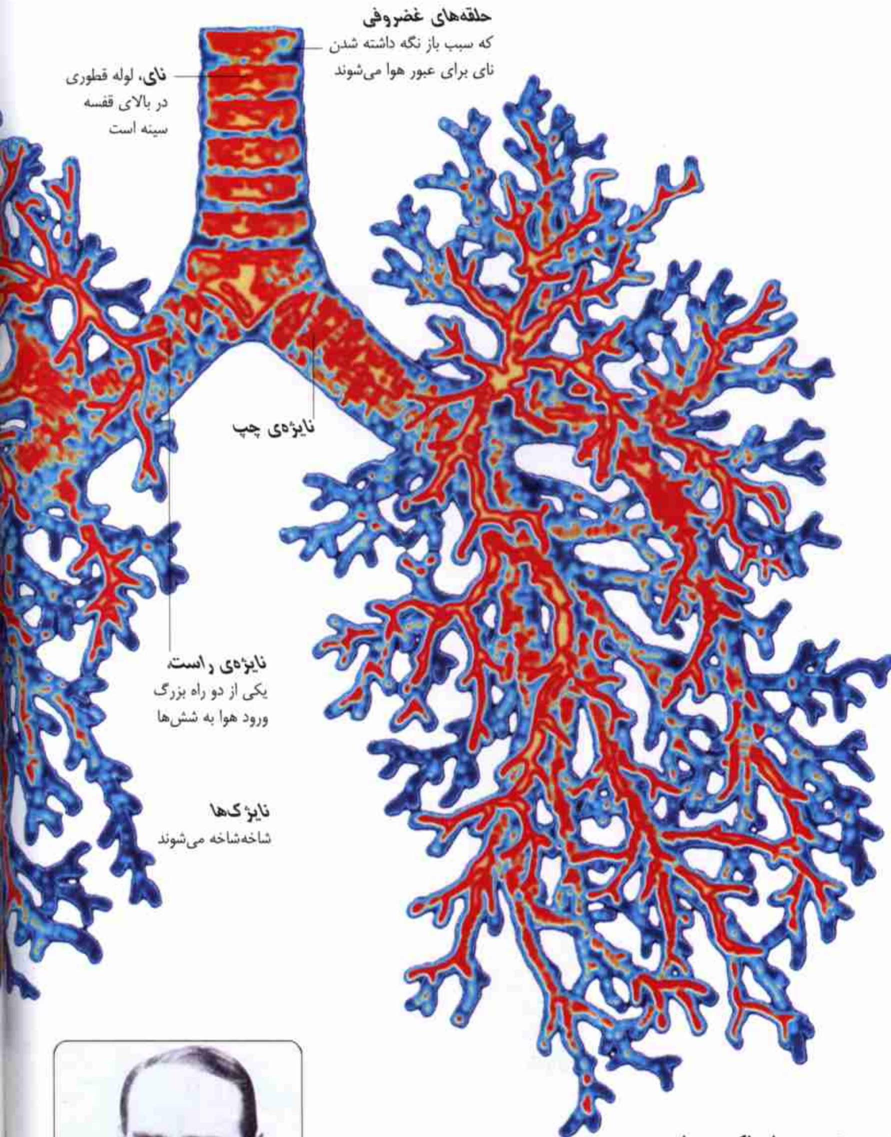
دستگاه
گردش خون
circulation

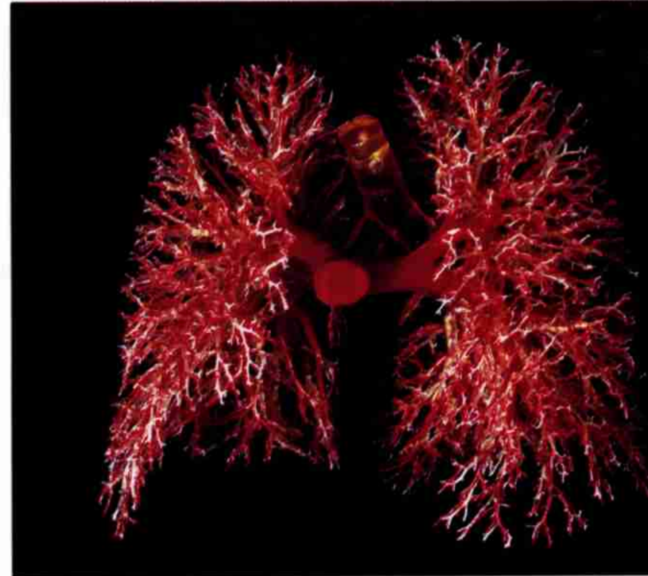
نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲-۳۴۳ • دستگاه تنفس ۳۵۴-۳۵۵ • دستگاه ایمنی ۳۵۷

دستگاه تنفس

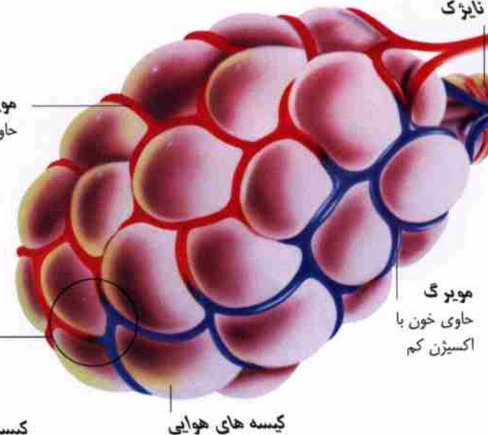
دستگاه تنفس اکسیژن مورد نیاز سلول‌های بدن را تامین و دی اکسید کربن را از بدن دفع می‌کند. نقش اصلی را در دستگاه تنفس، شش‌ها بازی می‌کنند و دو اندامی که در قفسه‌ی سینه قرار دارند و رابطه نزدیکی با دستگاه گردش خون دارند، به ورود هوا به شش‌ها و خروج آن **تنفس** می‌گویند. دستگاه تنفس همچنین نقش اساسی در **تکلم** دارد.

▼ **مسیر عبور هوا در شش‌ها**
هنگام تنفس، هوا ابتدا وارد نای می‌شود. نای دو شاخه می‌شود: هر شاخه‌ی نای نایژه نام دارد. هوا از طریق نایژه‌ها وارد شش‌ها می‌شود. هر نایژه درون هر شش به شاخه‌های کوچک‌تری به‌نام نایژک و نایژک‌ها نیز به شاخه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند. سرانجام هر نایژک انتهایی به گروهی از کیسه‌های کوچک به‌نام کیسه‌ی هوایی ختم می‌شود.





▲ **رگ‌های خونی شش‌ها**
خون به‌وسیله‌ی سرخرگ‌های ششی از قلب به شش‌ها می‌رسد. بخش‌های قرمز تیره انشعابات سرخرگ‌های ششی در دو شش هستند. سرخرگ‌های ششی به انشعابات بسیاری تقسیم می‌شوند و تشکیل شبکه‌ای از رگ‌ها را می‌دهند که خون را به کیسه‌های هوایی می‌رسانند. در کیسه‌های هوایی، اکسیژن وارد خون و دی‌اکسید کربن آن گرفته می‌شود.



▲ **کیسه‌های هوایی**
هر شُش، میلیون‌ها کیسه‌ی هوایی دارد که محل تبادل گازهای تنفسی هستند. هر گروه از کیسه‌های هوایی شبیه به یک خوشه انگورند که در انتهای نایژک‌های انتهایی قرار دارند. دیواره‌ی کیسه‌های هوایی به‌وسیله‌ی شبکه‌ی فشرده‌ای از مویرگ‌ها احاطه شده است.

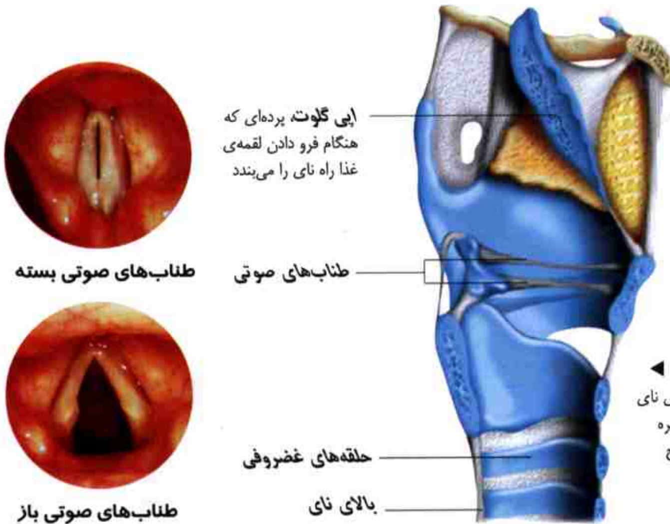
▶ **تبادل گازی در کیسه‌ی هوایی**
مویرگ حاوی خون با اکسیژن کم در مجاورت یک کیسه‌ی هوایی، دی‌اکسید کربن خون را به کیسه‌ی هوایی می‌دهد و هم‌زمان با این کار، اکسیژن از کیسه‌ی هوایی به‌درون مویرگ راه می‌یابد و با هموگلوبین گلبول‌های قرمز خون ترکیب می‌شود. جابه‌جا شدن دی‌اکسید کربن خون با اکسیژن را تبادل گازی می‌گویند.



جان اسکات هالدن
اسکاتلندی، ۱۸۶۰-۱۹۳۶
این دانشمند در ۱۹۰۵ کشف مهمی کرد و نشان داد که محرک تنفس افزایش دی اکسید کربن خون است. هنگامی که دی‌اکسید کربن خون بالا می‌رود با تحریک ناحیه‌ی کوچکی در مغز سبب افزایش شدت تنفس می‌شود.

تکلم

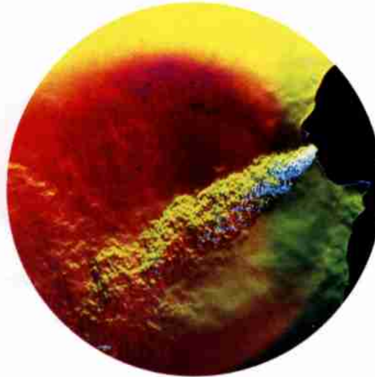
توانایی صحبت کردن وابسته به وجود دو بافت لایه‌لایه به‌نام طناب‌های صوتی در بخش بالایی نای، به‌نام حنجره یا جعبه‌ی صوتی است. هنگام خروج هوا در بازدم، عبور آن از میان طناب‌های صوتی، آن‌ها را به ارتعاش درمی‌آورد. هنگام صحبت کردن، مرکزی در مغز پیام‌هایی را به ماهیچه‌هایی که موقعیت و طول طناب‌ها را تغییر می‌دهند می‌فرستد و صداهای مختلف تولید می‌شود. حرکات گونه، لب‌ها و زبان نیز سبب موزون شدن صدا می‌شود.



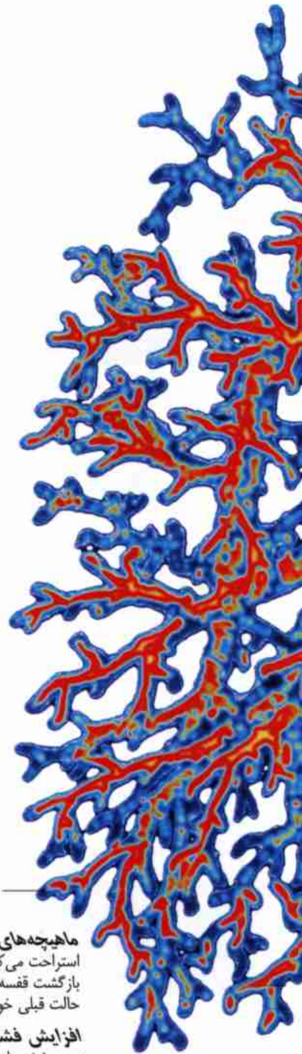
ساختمان حنجره ◄
حنجره بین بخش پشتی حلق (گلو) و بالای نای قرار دارد. طناب‌های صوتی در عرض حنجره گسترده‌اند. هنگامی که هوا از شش‌ها خارج می‌شود و از میان آن‌ها عبور می‌کند، آن‌ها به ارتعاش درمی‌آیند و صدا تولید می‌شود.

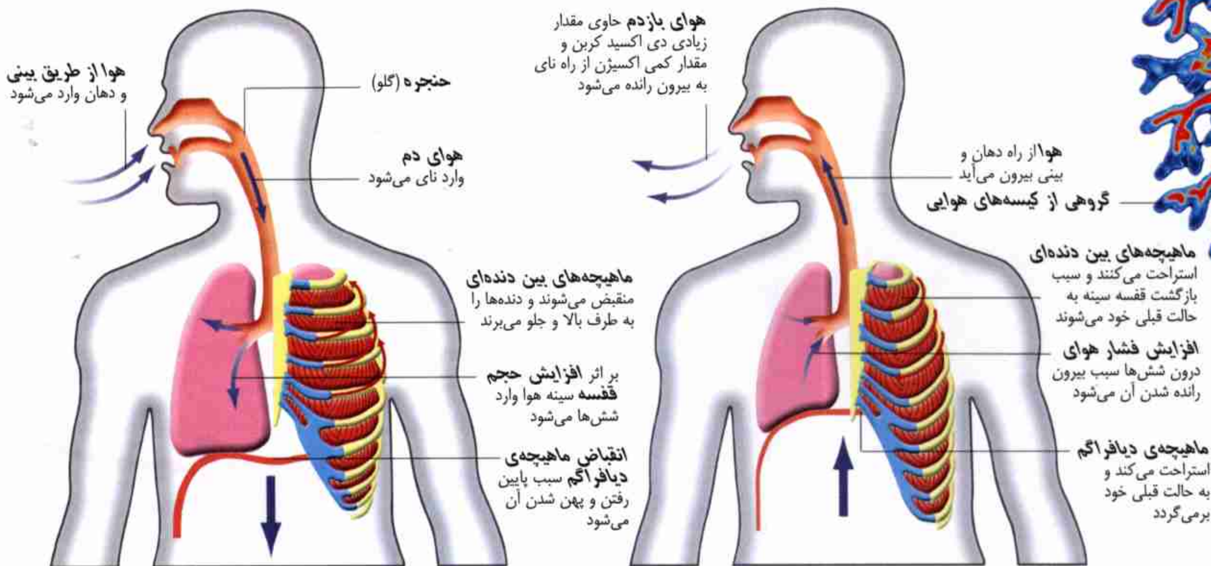
تنفس

تنفس فرایند ورود هوا به داخل شش‌ها و سپس خروج آن است. افراد بالغ هنگام استراحت ۱۲ تا ۱۵ بار در دقیقه تنفس می‌کنند، این تعداد هنگام فعالیت افزایش می‌یابد. در هر بار تنفس حدود ۰/۵ لیتر هوا وارد شش‌ها می‌شود.



◄ سرفه کردن
ورود گرد و غبار و یا ذرات خارجی به نای، سبب سرفه می‌شود. هنگام سرفه، ماهیچه‌های شکم و قفسه‌ی سینه ناگهان منقبض و سبب می‌شوند هوا با فشار زیاد از شش‌ها به بیرون رانده شود. در نتیجه ذرات خارجی همراه با قطرک‌های مایع به بیرون پرت می‌شوند. ذراتی که به‌وسیله فردی دفع شده‌اند ممکن است از همین راه وارد بدن فرد دیگری شود.





▲ بازدم
در هنگام بازدم، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای و دیافراگم استراحت می‌کنند. این عمل سبب می‌شود که دنده‌ها به‌طرف پایین و داخل بروند و قفسه سینه منقبض شود و دیافراگم نیز بالا می‌آید. در نتیجه‌ی این اعمال، حجم قفسه‌ی سینه کم می‌شود و فشار هوای درون شش‌ها از فشار هوای بیرون پیش‌تر می‌گردد. افزایش فشار هوای درون شش‌ها سبب بیرون راندن آن از راه نای، بینی و دهان می‌شود.

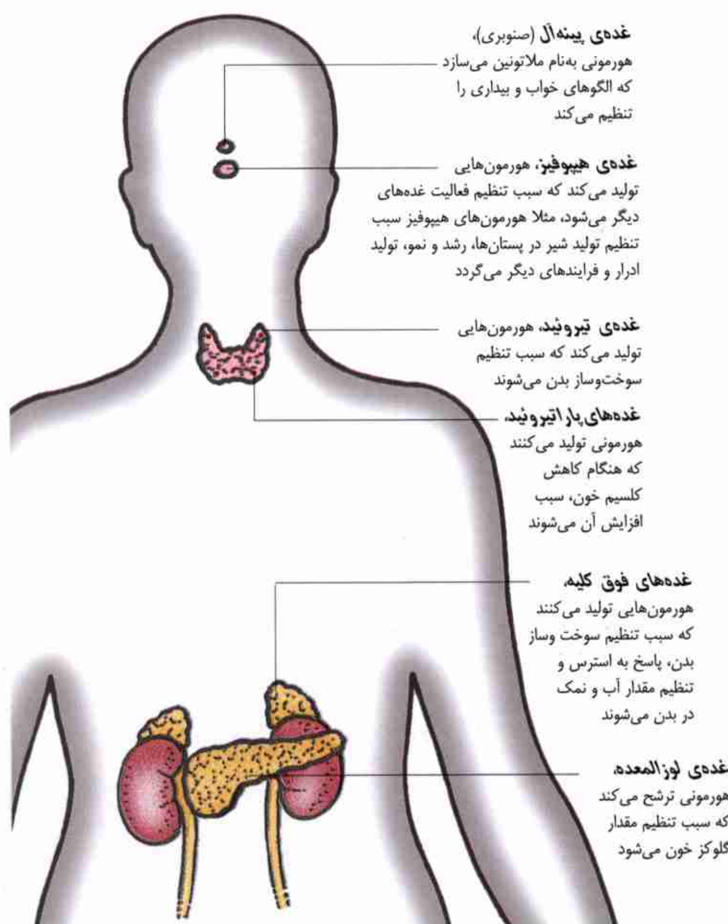
▲ عمل دم
هنگام دم، ماهیچه‌های بین دنده‌ای و هم چنین ماهیچه‌ی پهن دیافراگم که در پایین قفسه‌ی سینه قرار دارد، منقبض می‌شوند و در نتیجه حجم قفسه‌ی سینه افزایش می‌یابد. افزایش حجم قفسه‌ی سینه سبب می‌شود که فشار هوای درون شش‌ها از فشار بیرون کم‌تر شود. کاهش فشار هوای درون شش‌ها، باعث کشیده شدن هوای بیرون به درون شش‌ها می‌شود.



نیز نگاه کنید به ◄◄ اکسیژن ۳۹ ● گاز ۷۴-۷۵ ● دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵ ● دستگاه گردش خون ۳۵۲-۳۵۳

دستگاه درون‌ریز

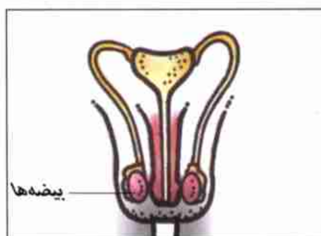
بسیاری از فرایندهای حیاتی بدن به‌وسیله مواد شیمیایی ویژه‌ای به‌نام هورمون، که به‌وسیله غده‌های دستگاه درون‌ریز بدن تولید می‌شوند، تنظیم می‌گردند. این غده‌ها هورمون‌های خود را به‌درون خون ترشح می‌کنند. هورمون‌ها به‌وسیله‌ی خون به بخش‌های مختلف بدن می‌روند و اعمال آن‌ها را تنظیم می‌کنند. دستگاه درون‌ریز، همکاری نزدیکی با دستگاه عصبی دارد و مشترکاً سبب حفظ حالت پایدار بدن (هوموستازی) می‌شوند.





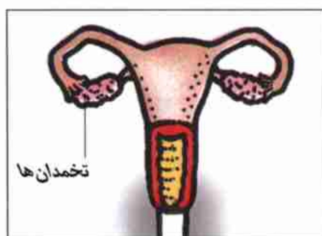
▶ **غده‌های درون‌ریز**

همان طور که هورمون‌ها به حفظ حالت پایدار بدن کمک می‌کنند، سبب تنظیم سوخت و ساز بدن، تولید مثل، رشد و نمو و پاسخ به استرس می‌شوند. تولید بسیاری از هورمون‌ها توسط فرایندی به‌نام خود تنظیمی، کنترل می‌شود. غده‌های درون‌ریز از رخدادهای درون بدن مطلع می‌شوند و بر حسب میزان نیاز بدن هورمون می‌سازند.



▲ **بیضه‌ها**

بیضه‌ها هورمون تستوسترون می‌سازند. این هورمون هنگام بلوغ سبب تحریک اسپرم‌سازی و بروز صفات جنسی ثانویه در مردان می‌شود.

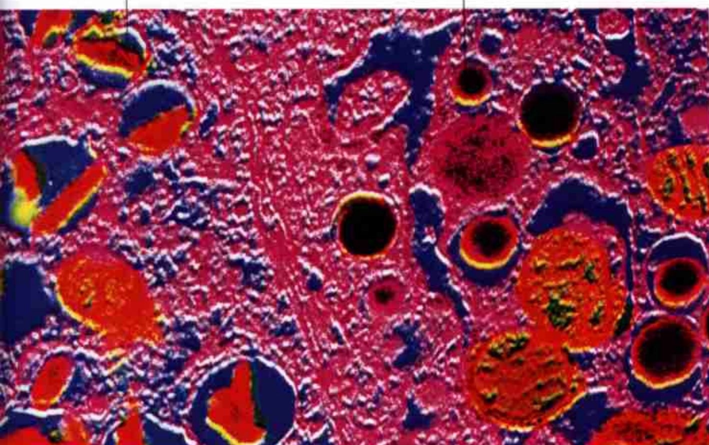


▲ **تخمدان‌ها**

تخمدان‌ها، هورمون‌های استروژن و پروژسترون ترشح می‌کنند. این هورمون‌ها هنگام بلوغ سبب بروز صفات جنسی ثانویه در زن می‌شوند.

سلول‌های بتا، هورمون انسولین ترشح می‌کنند، انسولین سبب جذب گلوکز توسط سلول‌های بدن می‌شود

سلول‌های آلفا، هورمون گلوکاگون ترشح می‌کنند، گلوکاگون سبب افزایش قند خون می‌شود

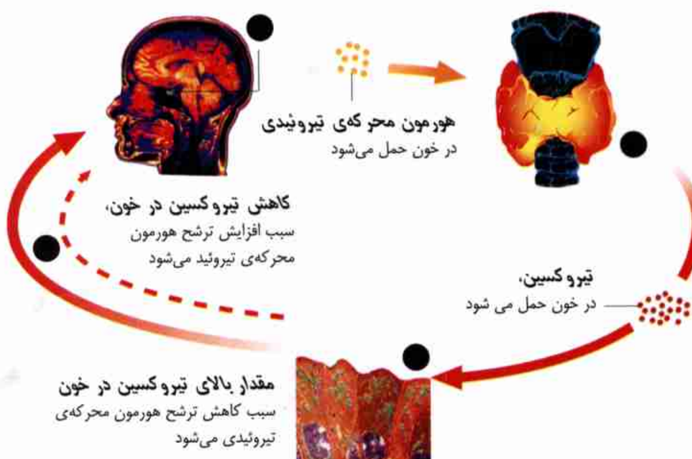


▲ **هورمون‌سازی**

این تصویر میکروسکوپی از ناحیه کوچکی از لوزالمعده (رنگ‌ها غیرواقعی‌اند) دو نوع سلول را در لوزالمعده نشان می‌دهد که تراکم گلوکز (نوعی قند ساده) را در خون تنظیم می‌کنند. هنگامی که مقدار گلوکز بالا می‌رود، سلول‌های بتا، هورمون انسولین ترشح می‌کنند و هنگامی که مقدار گلوکز خون پایین بیاید، نوع دیگری از سلول‌های به‌نام آلفا، هورمون گلوکاگون ترشح می‌کنند.

یک مثال از چگونگی کارکرد هورمون‌ها

طرح زیر مثالی از فعالیت هورمون‌ها در بدن است. نوعی هورمون به‌نام هورمون محرکه‌ی تیروئید (TSH) از هیپوفیز ترشح می‌شود. این هورمون با رسیدن به تیروئید سبب می‌شود که تیروئید هورمون تیروکسین را ترشح کند. هورمون تیروکسین در بدن سبب تنظیم تقسیم سلولی و تولید انرژی می‌شود. هم‌چنین با خود تنظیمی مقدار خود را نیز در خون تنظیم می‌کند.



● **غده‌ی هیپوفیز**
هورمون محرکه‌ی تیروئید (TSH) را ترشح می‌کند

● **غده‌ی تیروئید**
به‌وسیله‌ی TSH تحریک می‌شود و هورمون تیروکسین را می‌سازد

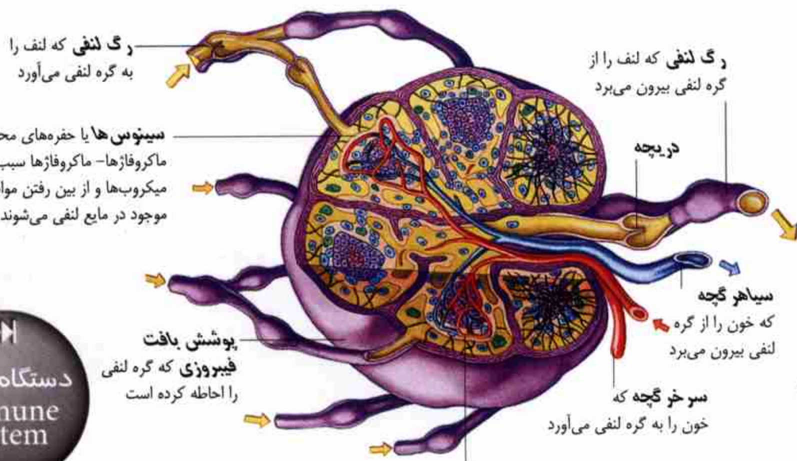
● **سلول‌های بدن**
تحت تاثیر تیروکسین تقسیم می‌شوند، مواد غذایی را می‌سوزانند و انرژی آزاد می‌کنند

● **حلقه بازخورد**
تیروکسین مقدار خود را در خون به‌وسیله‌ی حلقه‌ی بازخورد تنظیم می‌کند. افزایش مقدار تیروکسین در خون، جلوی ترشح هورمون محرکه‌ی تیروئید (TSH) را می‌گیرد. کاهش مقدار تیروکسین در خون، سبب افزایش ترشح TSH می‌شود. به این ترتیب، مقدار تیروکسین خون همواره در حدی ثابت نگه داشته می‌شود (خود تنظیمی).

نیز نگاه کنید به ◀◀ دستگاه عصبی ۳۴۴-۳۴۵ ● دستگاه تولید مثل ۳۶۲-۳۶۳

دستگاه ایمنی

نقش دستگاه ایمنی، مراقبت از بدن در برابر میکروب‌ها و سرطان‌هاست. هنگامی که دستگاه ایمنی ماده‌ای را در بدن به‌عنوان یک ماده‌ی غیرطبیعی و یا بیگانه تشخیص می‌دهد، نسبت به آن **واکنش ایمنی** از خود نشان می‌دهد. مسئول اصلی این واکنش‌ها سلول‌هایی به‌نام لنفوسیت هستند. برخی از این سلول‌ها به‌وسیله‌ی مایع لنف جابه‌جا می‌شوند. لنف مایع اضافی موجود در بین سلول‌های بدن است که سرانجام از طریق شبکه‌ای از رگ‌ها و گره‌ها به‌خون می‌ریزد.



دستگاه ایمنی immune system

▲ **درون یک گره لنفی**
گره‌های لنفی بر اثر تورم بافت‌هایی که در دیواره‌ی رگ‌های لنفی یافت می‌شوند، به‌وجود آمده‌اند. گره‌های لنفی لنفوسیت می‌سازند، آن‌ها را ذخیره می‌کنند و یا قبل از این که لنف به خون بریزد به آن اضافه می‌کنند. گره‌های لنفی همچنین محل ذخیره‌ی انواع دیگری از گلبول‌های سفید به‌نام ماکروفاژ هستند. گره‌های لنفی اندازه‌های مختلف، از ۰/۱ تا ۳ سانتیمتر، دارند.



لنفوسیت‌ها (قسمت‌های صورتی) به میکروب‌ها و سلول‌های سرطانی حمله می‌کنند

ماکروفاژها (قسمت‌های قهوه‌ای)، باکتری‌ها و سایر میکروب‌ها را با بلعیدن آن‌ها از بین می‌برند

لوزه‌ها، لنفوسیت‌هایی تولید می‌کنند که با حمله به میکروب‌های موجود در هوای تنفسی و غذا آن‌ها را از بین می‌برند

غده‌ی تیموس، لنفوسیت‌ها قبل از این که وارد بافت لنفی در سراسر بدن شوند، در این غده رشد می‌کنند

گره‌های لنفی، محل تجمع بافت لنفی‌اند

طحال، محتوی لنفوسیت‌ها و ماکروفاژهاست

لکه‌ی پیر، محل تجمع بافت لنفی در دیواره روده‌ی باریک است

رگ‌های لنفی، انتقال لنف را از سراسر بدن به درون رگ‌های خونی به‌عهده دارند

▲ **دستگاه لنفی**
دستگاه لنفی شامل شبکه‌ای از رگ‌ها و مجموعه‌ای از نوعی بافت به‌نام بافت لنفوئیدی است. این دستگاه مایع اضافی بین بافت‌های مختلف بدن را جمع‌آوری می‌کند و به دستگاه گردش خون برمی‌گرداند. دستگاه لنفی همچنین محل ذخیره سلول‌های لنفوسیت است و سبب انتقال آن در سراسر بدن می‌گردد.

واکنش ایمنی

دستگاه ایمنی، پس از تشخیص میکروبی که به بدن حمله کرده است، به دو صورت عمل می‌کند: برخی از لنفوسیت‌ها مستقیماً به میکروب‌ها حمله می‌کنند و برخی دیگر، موادی به‌نام آنتی‌بادی ترشح می‌کنند که مانع فعالیت تخریبی باکتری‌ها می‌شوند. دستگاه ایمنی خاطره‌ی حملات مختلف میکروب‌ها را ثبت می‌کند و هنگامی که میکروبی مجدداً به بدن حمله کند این بار با شدت بیش‌تری به آن پاسخ می‌دهد. این شکل از ایمنی در برابر میکروب‌ها، مصونیت نام دارد.

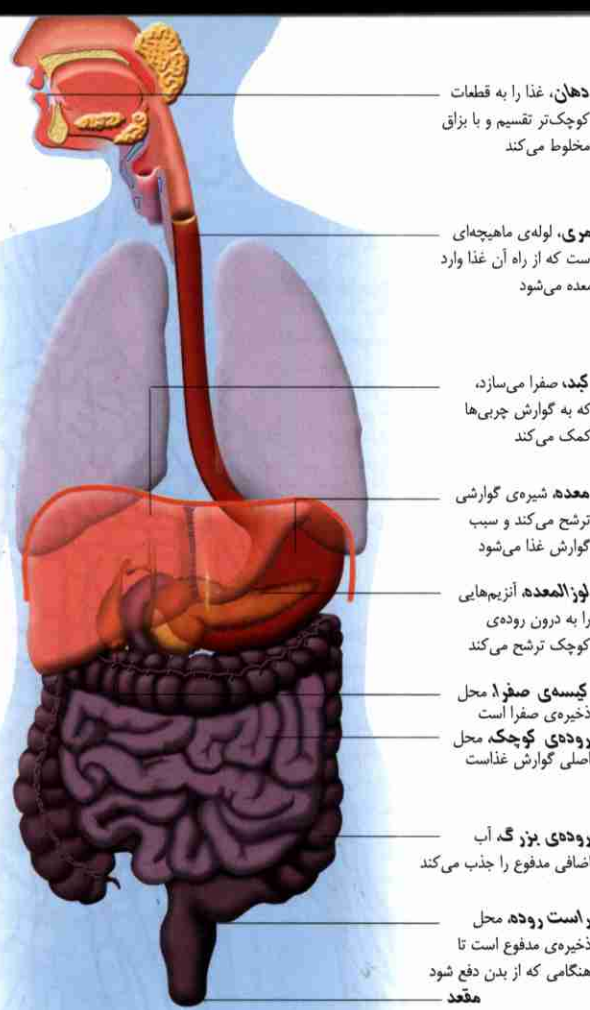


► **نحوه عمل لنفوسیت**
در این جا یک لنفوسیت (قسمت آبی رنگ) سلول مخمری (قسمت زرد رنگ) را به‌عنوان سلول بیگانه تشخیص داده و در حال بلعیدن آن است. لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها از انواع گلبول‌های سفیدند که هم در خون و هم در دستگاه لنفی دیده می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه گردش خون ۳۵۲-۳۵۳ • بیماری‌ها ۳۷۰-۳۷۱

دستگاه گوارش

نقش دستگاه گوارش در بدن تجزیه غذایی که می‌خوریم به مواد غذایی قابل جذب برای سلول‌هاست. مواد غذایی قابل جذب پس از ورود به خون به‌عنوان سوخت برای انجام فعالیت‌های بدن استفاده می‌شوند. **دهان** با گرفتن غذا آغاز کننده‌ی عمل گوارش است. این عمل در **معده** ادامه می‌یابد. غذا بعد از معده، وارد **روده‌ی** کوچک می‌شود و در آن‌جا گوارش غذا کامل می‌گردد. آنزیم‌ها ـ موادی که سرعت واکنش‌های شیمیایی در بدن را افزایش می‌دهند ـ نقش بسیار کلیدی در تجزیه‌ی غذا دارند.

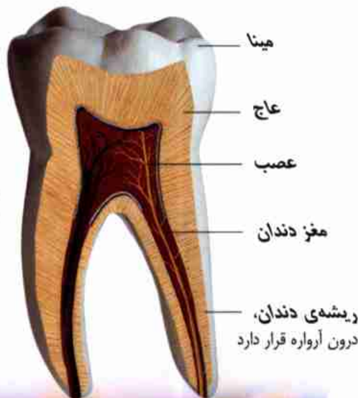


قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش ◄
دستگاه گوارش شامل یک لوله‌ی دراز ماهیچه‌ای به‌نام لوله‌ی گوارش است. لوله‌ی گوارش از دهان شروع می‌شود و شامل مری، معده، روده‌ها و سرانجام مقعد است. دستگاه گوارش وابسته به فعالیت‌های لوزالمعده، کبد و کیسه‌ی صفرا است. این اندام‌ها به گوارش غذا کمک می‌کنند. لوزالمعده روزانه حدود ۱/۵ لیتر مایع گوارشی محتوی آنزیم ترشح می‌کند که وارد لوله‌ی گوارش می‌شود. کبد نیز حدود یک لیتر صفرا می‌سازد که موقتا در کیسه‌ی صفرا ذخیره می‌شود.



دهان

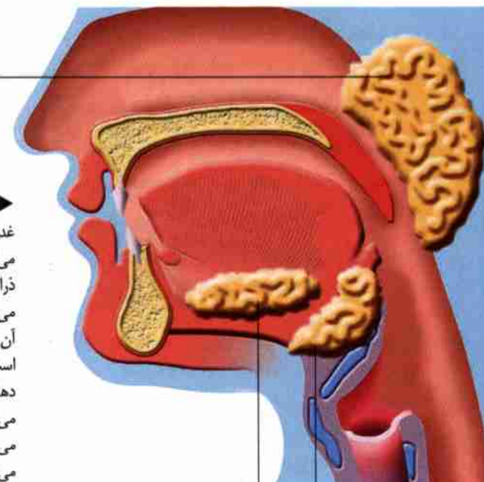
دهان حفره‌ای است که در کف آن زبان، در طرفین آن گونه‌ها، در سقف آن صفحه‌ی سخت و صاف و در جلوی آن دندان‌ها قرار دارند. دندان‌ها غذا را پاره و خرد می‌کنند. ذرات غذایی سپس با حرکات آرواره و زبان با یک دیگر مخلوط می‌شوند. خرد شدن و تکه تکه شدن غذا، سطح آن را برای تاثیر آنزیم‌های بزاق افزایش می‌دهد، گوارش غذا از درون دهان آغاز می‌شود.



◄ ساختمان دندان
هر دندان شامل بخشی به نام تاج و یک یا دو ریشه است. تاج قسمتی از دندان است که از لثه بیرون آمده است. ریشه‌های دندان‌ها درون استخوان آرواره قرار دارند. در وسط دندان حفره‌ای به‌نام مغز دندان قرار دارد که محتوی رگ‌های خونی و اعصاب است. اطراف مغز دندان را ماده‌ای به‌نام عاج فرا گرفته است. عاج ماده‌ی سختی است که بیش‌ترین حجم دندان را تشکیل می‌دهد. لایه‌ی خارجی تاج به‌وسیله‌ی ماده‌ای به نام مینا، که سخت‌ترین ماده در بدن است، پوشیده شده است.

دندان‌های نیش، غذا را پاره می‌کنند
دندان‌های پیشین، غذا را تکه تکه می‌کنند
دندان‌های آسیای کوچک، غذا را پاره، پاره و خرد می‌کنند
دندان‌های آسیای بزرگ غذا را خرد می‌کنند
آرواره‌ی پایینی

▲ انواع دندان‌ها
چهار نوع دندان وجود دارد که عبارتند از: دندان‌های پیشین، نیش، آسیای بزرگ و آسیای کوچک. هر یک از این دندان‌ها با شکل خاصی که دارند، عمل ویژه‌ای انجام می‌دهند. هر فرد در طول عمر خود دارای دو سری دندان می‌شود: سری اول، دندان‌های شیری، که از ۶ ماهگی تا سه سالگی به‌تدریج بیرون می‌آیند. سری دوم، دندان‌های دائمی‌اند (مانند آن چه در شکل دیده می‌شود)، که از ۶ سالگی تا اوایل ۲۰ سالگی بیرون می‌آیند.



◄ غده‌های بزاقی
غده‌های بزاقی مایعی چسبناک به‌نام بزاق تولید می‌کنند که سبب مرطوب شدن غذا و چسبیدن ذرات آن به یک‌دیگر می‌شود. این عمل سبب می‌شود مواد غذایی به‌صورت خمیر درآید و بلع آن آسان گردد. بزاق همچنین حاوی آنزیم‌هایی است که سبب شروع گوارش مواد غذایی در دهان می‌شوند. هنگامی که غذا وارد دهان می‌شود، مغز پیام‌هایی را به غده‌های بزاق می‌فرستد و آن‌ها مقدار زیادی بزاق ترشح می‌کنند. مواد غذایی برای این که بتوانند، جوانه‌های چشایی را تحریک کنند، باید با بزاق مخلوط شوند. تشخیص طعم غذا به سالم یا ناسالم بودن آن کمک می‌کند.

معده

معده کیسه‌ای ماهیچه‌ای است که گوارش غذا در آن آغاز می‌شود، در معده، ابتدا شیره‌ی معده روی غذا ریخته می‌شود و سپس با حرکات ماهیچه‌ی دیواره‌ی معده، غذا و شیره‌ی معده با یک دیگر مخلوط می‌شوند. غذا معمولا حدود چهار ساعت در معده می‌ماند. بعد از این مدت، غذا به‌صورت نیمه مایع (کیموس معده) در می‌آید و از معده خارج و وارد دوازدهه(اولین بخش روده‌ی کوچک) می‌شود.

مری، غذا را از دهان به معده می‌رساند

درون معده ◄

این تصویر که به کمک رایانه تهیه شده است، معده و بخشی از مری و دوازدهه را نشان می‌دهد. هنگامی که غذا وارد معده می‌شود، غده‌های موجود در دیواره‌ی آن آنزیمی به‌نام پپسین ترشح می‌کنند. آنزیم پپسین تجزیه‌ی پروتئین‌های غذا را آغاز می‌کند. غده‌های دیواره‌ی معده اسید کلریدریک نیز ترشح می‌کنند. اسید کلریدریک با اسیدی کردن محیط، سبب فعالیت پپسین می‌شود؛ هم چنین باکتری‌های موجود در غذا را از بین می‌برد.

اسفنکتر پیلور، دریچه‌ای که با باز شدن آن کیموس معده وارد دوازدهه می‌شود

دیواره‌ی معده ◄

این تصویر میکروسکوپی منافذ غده‌های معده را در دیواره‌ی آن نشان می‌دهد، که به‌صورت سوراخ‌هایی دیده می‌شوند و اسیدکلریدریک و آنزیم‌های گوارشی به‌درون معده ترشح می‌کنند. ترشحاتی به‌نام موکوس، دیواره‌ی معده را از آسیب اسید و آنزیم محافظت می‌کند. برای سلامت معده، سلول‌های دیواره‌ی آن هر چند روز یک بار می‌ریزند و سلول‌های جدید جایگزین آن‌ها می‌شوند.

دوازدهه، کیموس معده، شیره‌ی گوارشی لوزالمعده، و ترشحات کیسه‌ی صفرا را دریافت می‌کند

دیواره‌ی معده، چین خوردگی‌هایی دارد که امکان می‌دهد اندازه‌ی معده پس از ورود غذا تا بیست برابر افزایش یابد

روده‌ها

روده‌ها لوله‌ی درازی را تشکیل می‌دهند که طول آن در بزرگسالان به ۸ متر می‌رسد. غذا به‌وسیله‌ی انقباض‌های متناوب ماهیچه‌های دیواره‌ی روده به‌جلو رانده می‌شود. در روده‌ی کوچک انقباض‌های ماهیچه‌ها سبب مخلوط شدن کیموس معده با آنزیم‌های لوزالعمده و غده‌های دیواره‌ی روده می‌شود. در روده‌ی باریک مواد غذایی تجزیه شده جذب جریان خون می‌شوند. در روده‌ی بزرگ، آب محتویات روده گرفته می‌شود و آن‌چه باقی می‌ماند، مدفوع را می‌سازد.

◄ پرزهای دیواره‌ی روده‌ی کوچک

دیواره‌های روده‌ی کوچک دارای چین‌خوردگی‌های انگشت مانند فراوانی به نام پرز است. پرزهای روده‌ی کوچک سبب افزایش قابل ملاحظه‌ی سطح جذب در آن می‌شوند. غذای گوارش یافته جذب رگ‌های خونی کوچک اطراف پرزها می‌شود. خون از روده‌ی کوچک به کبد می‌رود. در کبد واکنش‌های متعددی روی مواد غذایی جذب شده انجام می‌گیرد. غذا ممکن است بیش از پنج ساعت در روده‌ی کوچک بماند.

◄ درون روده‌ی بزرگ

این تصویر به‌وسیله دستگاهی به‌نام کولونوسکوپ از درون روده‌ی بزرگ گرفته شده است. کولونوسکوپ لوله‌ی باریکی دارد که آن را از طریق مقعد وارد روده‌ی بزرگ می‌کنند (بخش اصلی روده‌ی بزرگ کولون نام دارد). شکل مثلثی دیواره‌ی روده‌ی بزرگ ناشی از طرز قرار گرفتن ماهیچه‌های دیواره‌ی آن است. مواد دفعی ممکن است یک روز و یا بیش‌تر درون روده‌ی بزرگ بماند. سلول‌های دیواره‌ی روده‌ی بزرگ مولکولی ترشح می‌کنند که سبب چسبیدن مواد دفعی به یک‌دیگر و تشکیل مدفوع می‌شود.

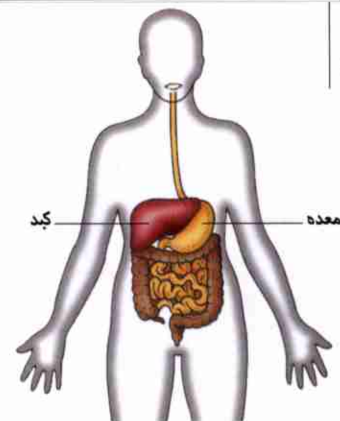
◄ باکتری‌های روده

در این تصویر میکروسکوپی دیواره‌ی روده‌ی کوچک، برخی از باکتری‌هایی (قسمت ارغوانی رنگ) که همراه با مواد غذایی (قسمت کرم رنگ) وارد روده شده‌اند، دیده می‌شوند. در روده‌ها بیش از ۵۰۰ گونه باکتری زندگی می‌کنند که نقش موثری در سلامت ما دارند. به‌نظر می‌رسد تعدادی از این باکتری‌ها روده را از ابتلا به برخی از بیماری‌ها حفظ می‌کنند. گروهی دیگر از باکتری‌ها در روده‌ی بزرگ ویتامین K می‌سازند. وجود این ویتامین برای انعقاد خون ضروری است.

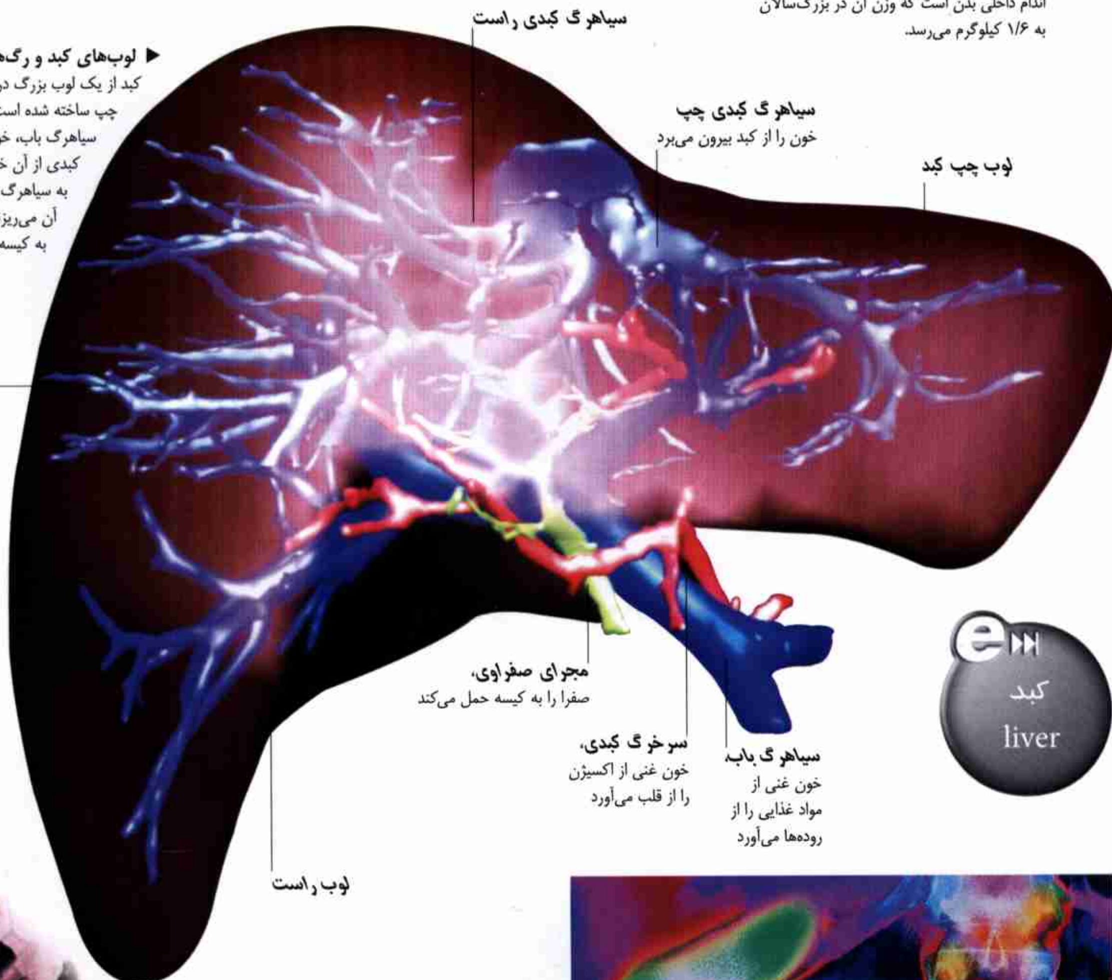
نیز نگاه کنید به ◄◄ اسیدها ۳۲ • شیمی زیست ۴۶-۴۷ • باکتری‌ها ۲۸۴ • چشایی ۳۴۶ • کبد ۳۶۰

کبد

کبد نقش بسیار مهمی در بدن دارد. کبد واکنش‌هایی روی مواد غذایی انجام می‌دهد و آن‌ها را برای مصرف در بدن آماده می‌سازد. کبد صفرا نیز ترشح می‌کند؛ همچنین سبب تنظیم قند خون و ذخیره‌ی برخی از مواد بسیار ضروری برای بدن، مثل آهن و ویتامین‌ها، می‌شود. از نقش‌های دیگر کبد، ساختن پروتئین مورد نیاز برای انعقاد خون، تجزیه‌ی گلبول‌های قرمز فرسوده و گرفتن مواد سمی خون است. این مواد بر اثر تجزیه‌ی برخی از مواد دیگر به‌وجود می‌آیند.



▲ **محل قرار گرفتن کبد**
کبد در طرف راست بدن و بالای شکم قرار دارد. قسمتی از کبد بخش بالایی معده را می‌پوشاند. کبد بزرگ‌ترین اندام داخلی بدن است که وزن آن در بزرگ‌سالان به ۱/۶ کیلوگرم می‌رسد.



◀ **لوب‌های کبد و رگ‌های خونی آن**
کبد از یک لوب بزرگ در طرف راست و یک لوب کوچک‌تر در طرف چپ ساخته شده است. کبد از دو منبع، یکی سرخرگ کبدی و دیگری سیاهرگ باب، خون دریافت می‌کند. خون به‌وسیله سیاهرگ‌های کبدی از آن خارج می‌شود. در خارج از کبد این سیاهرگ‌ها به سیاهرگ بزرگی می‌پیوندند که خون را از پشت قلب به‌درون آن می‌ریزند، لوله‌ای از زیر کبد، صفرای ساخته شده در آن را به کیسه‌ی صفرا می‌برد.



خون سینوسوئیدها
به‌طرف سیاهرگ مرکزی جریان می‌یابد

سلول‌های کبدی،
اطراف خونی را که از میان سینوسوئید می‌گذرد، احاطه کرده‌اند

سیاهرگ مرکزی،
خون را از لوبول‌ها بیرون می‌برد

◀ **لوبول‌های کبد**
این تصویر میکروسکوپی یکی از هزاران واحدهای فعال در کبد را نشان می‌دهد. هر یک از این واحدها لوبول نام دارد. خون در اطراف کانال‌هایی به نام سینوسوئید، که در هر لوبول وجود دارند، حرکت می‌کند و به سیاهرگ وسط آن می‌ریزد. هر سینوسوئید شامل گروهی از سلول‌های کبدی است که با عبور خون از میان آن‌ها، برخی از مواد از خون جذب این سلول‌ها می‌شوند و مواد دیگری به‌خون اضافه و به این ترتیب، مقدار مواد مختلف در خون تنظیم می‌شود.



▲ **کیسه‌ی صفرا**
این تصویر رنگی که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، نشان می‌دهد که کیسه‌ی صفرا (بخش سبز رنگ) در زیر کبد قرار دارد. کیسه‌ی صفرا، صفرایی را که در کبد ساخته شده است، ذخیره می‌کند و هنگامی که غذا از معده به روده‌ی کوچک می‌رسد، صفرا را به‌درون روده می‌ریزد، صفرا مایع سبز رنگی است که از مواد حاصل از تجزیه‌ی گلبول‌های قرمز فرسوده در کبد، ساخته می‌شود. صفرا نقش مهمی در گوارش چربی‌ها دارد.

نیز نگاه کنید به ◀◀ دستگاه گوارش ۳۵۸-۳۵۹

دستگاه دفع ادرار

دستگاه دفع ادرار، وظیفه‌ی دفع مواد زاید متعددی را که در بدن تولید می‌شوند، به‌عهده دارد. دستگاه دفع ادرار همچنین با تنظیم ترکیب مایعات بدن، به حفظ حالت پایدار آن، کمک می‌کند. کلیه‌ها مواد زاید را از خون می‌گیرند و آن را به‌صورت ادرار در می‌آورند. دو کلیه با یک دیگر حدود یک‌چهارم خونی را که در هر ضربان قلب از آن خارج می‌شود دریافت می‌کنند و این در حالی است که دو کلیه با هم وزنی کم‌تر از ۱٪ وزن بدن دارند.

کپسول کلیه، کلیه را دربرگرفته است و از آن محافظت می‌کند

رگ‌های خونی، شامل سرخرگی که خون را به کلیه می‌آورد و سیاهرگی که خون را از کلیه بیرون می‌برد

لگنچه، ادرار را قبل از ورود به میزراه، جمع‌آوری می‌کند

میزراه، ادرار را از کلیه به مثانه می‌برد

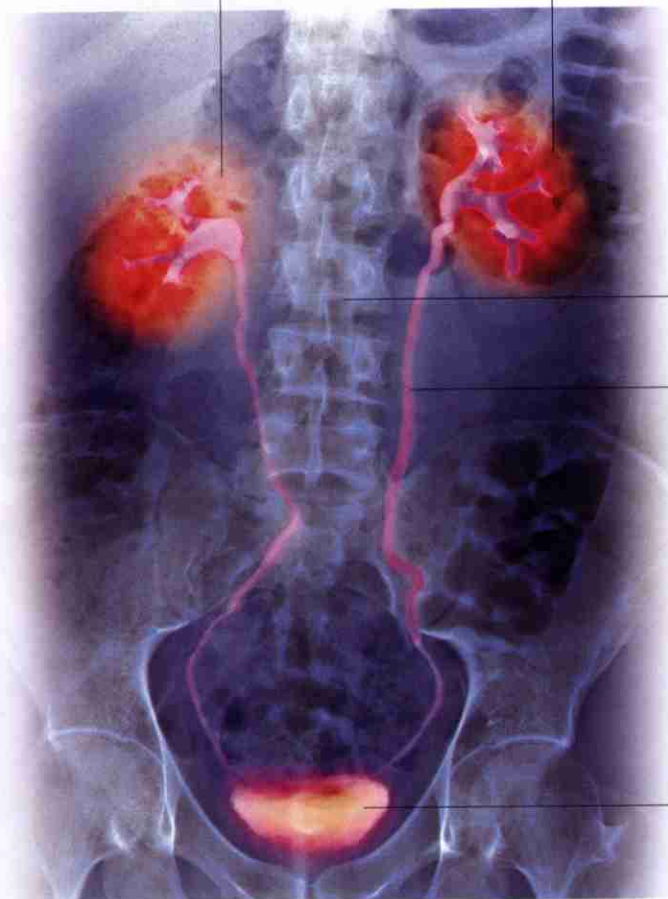
هرم کلیه، حاوی هزاران لوله‌ی جمع کننده‌ی ادرار

بخش قشری کلیه، لایه‌ی خارجی کلیه، محل ساخته شدن ادرار توسط نفرون

▲ ساختمان کلیه
تصویر رنگی بالا که به‌روش سی تی اسکن تهیه شده است، بخشی از کلیه را نشان می‌دهد. کلیه‌ها خونی را که وارد آن‌ها می‌شود تصفیه می‌کنند. مواد زاید آن را می‌گیرند و به‌صورت ادرار دفع می‌کنند، هنگام تصفیه‌ی خون، موادی که بدن به آن‌ها نیاز دارد در خون باقی می‌مانند. هر کلیه تعداد زیادی لوله‌ی ادراری (نفرون) دارد. که ادرار می‌سازند و علاوه بر آن، با تنظیم مقدار ترکیبات موجود در خون، به حفظ ثبات محیط داخلی بدن کمک می‌کنند.

کلیه‌ی راست، در پشت شکم و درست پشت کبد قرار دارد

کلیه‌ی چپ کمی بالاتر از کلیه‌ی راست و در پشت و سمت چپ معده قرار دارد



نخاع، در پشت و وسط دو کلیه به پایین امتداد می‌یابد

میزراه، مجرایی که در بزرگسالان حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر طول دارد

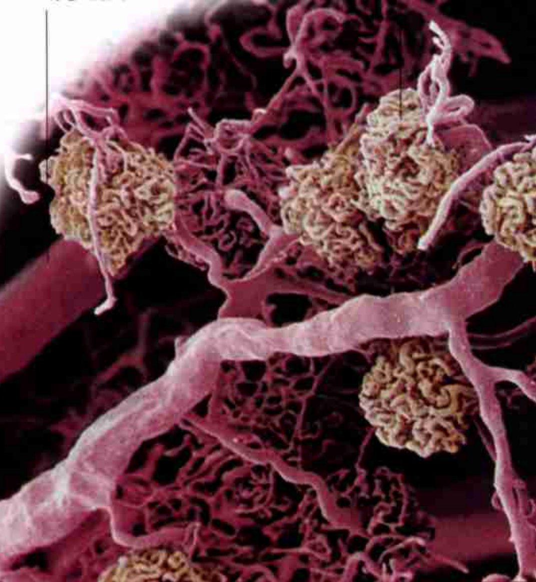
مثانه، در وسط استخوان لگن قرار دارد و به‌وسیله‌ی آن محافظت می‌شود

▲ بخش‌های دستگاه دفع ادرار
این تصویر رنگی که به‌کمک پرتو ایکس گرفته شده است، بخش‌های مختلف دستگاه ادرار را نشان می‌دهد. ادراری که کلیه‌ها می‌سازند از راه مجرای میزنای به مثانه می‌رسد. مثانه ادرار را ذخیره می‌کند و از راه مجرای خروج ادرار (میزراه) به بیرون از بدن دفع می‌کند. مجرای دفع ادرار در مردان ۲۰ سانتیمتر و در زنان ۴ سانتیمتر طول دارد. پیام‌های عصبی از مغز و نخاع سبب تحریک مثانه برای دفع ادرار می‌شود.



گلومرول گره کوچکی از مویرگ‌های خونی است

سرخرگچه‌ای که خون را به گلومرول می‌آورد

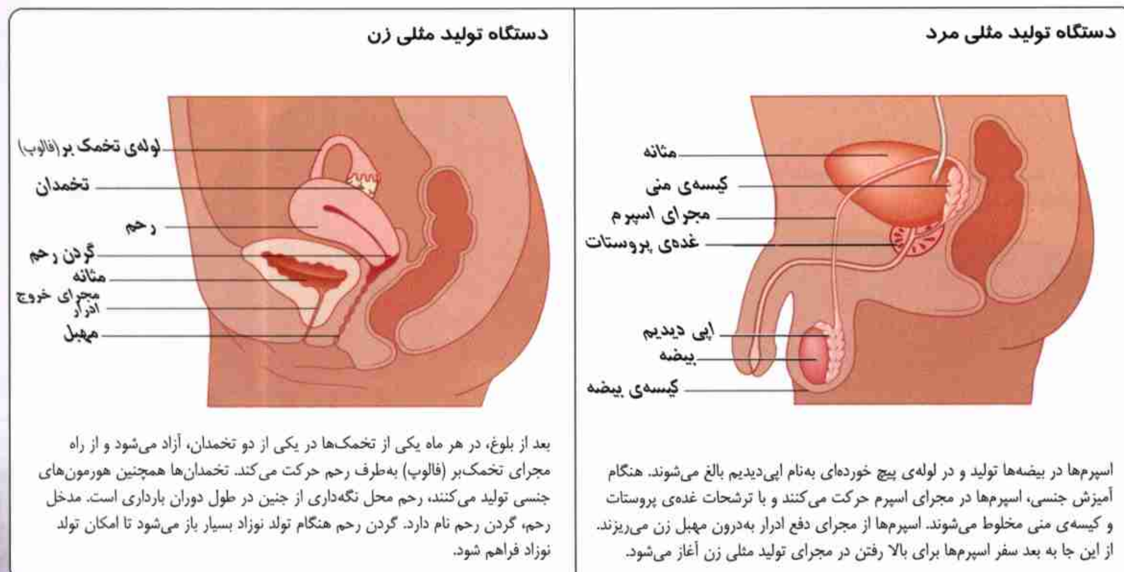


◄ گلومرول‌های کلیه
هر کلیه حدود یک میلیون گلومرول دارد. هر گلومرول شبکه‌ی درهم بافته شده‌ای از مویرگ‌های خونی است. هر گلومرول بخشی از یک نفرون است، که واحدهای تصفیه کننده‌ی خون در کلیه‌اند. در هر گلومرول، آب و مواد زاید با فشار از خون خارج و وارد لوله‌ی پرپیچ و خم نفرون برای تشکیل ادرار می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه گوارش خون ۳۵۲-۳۵۳ • دستگاه درون ریز ۳۵۶

دستگاه تولید مثل

کار دستگاه تولید مثل در مرد و زن، به‌ترتیب، تولید سلول‌های جنسی اسپرم و تخمک و ترکیب آن‌ها با یک دیگر و تشکیل سلول تخم است. علاوه بر این، دستگاه تولید مثل زن، وظیفه نگه‌داری و تغذیه از جنین را در طول نه ماه بارداری به‌عهده دارد. در تخمدان‌های یک نوزاد دختر هنگام تولد حدود ۱۵۰,۰۰۰ تخمک نارس وجود دارد در حالی که در پسرها اسپرم‌سازی هنگام بلوغ آغاز می‌شود.

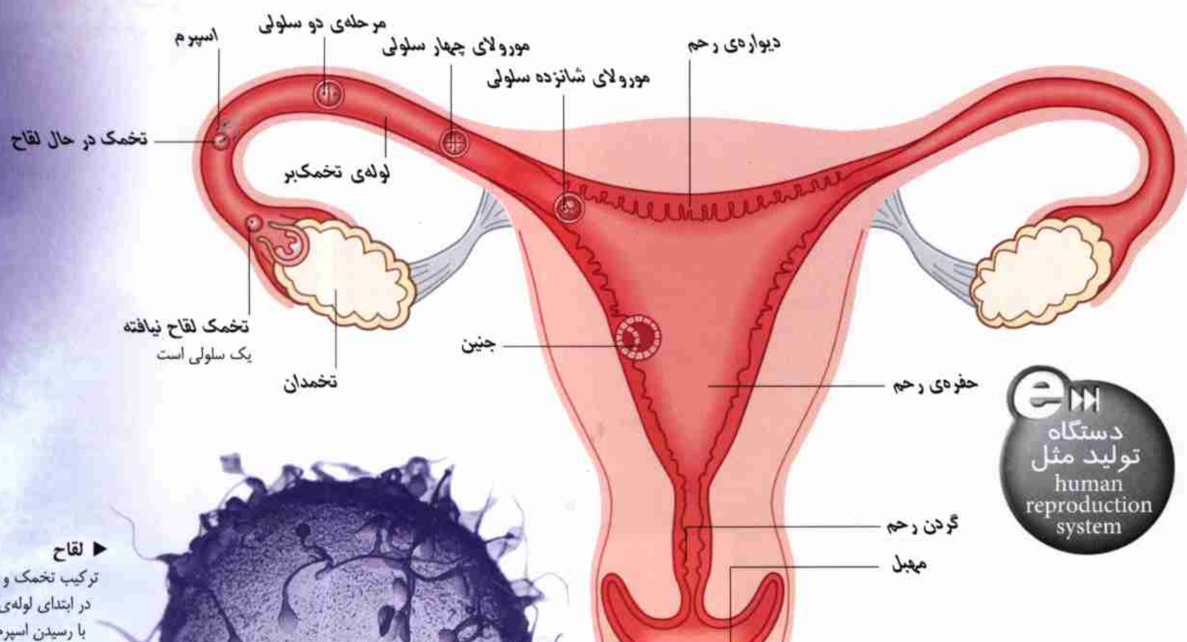


اسپرم‌ها در بیضه‌ها تولید و در لوله‌ی پیچ خورده‌ای به‌نام اپی‌دیدیم بالغ می‌شوند. هنگام آمیزش جنسی، اسپرم‌ها در مجرای اسپرم حرکت می‌کنند و با ترشحات غده‌ی پروستات و کیسه‌ی منی مخلوط می‌شوند. اسپرم‌ها از مجرای دفع ادرار به‌درون مهبل زن می‌ریزند. از این جا به بعد سفر اسپرم‌ها برای بالا رفتن در مجرای تولید مثلی زن آغاز می‌شود.

بعد از بلوغ، در هر ماه یکی از تخمک‌ها در یکی از دو تخمدان، آزاد می‌شود و از راه مجرای تخمک‌بر (فالوپ) به‌طرف رحم حرکت می‌کند. تخمدان‌ها همچنین هورمون‌های جنسی تولید می‌کنند، رحم محل نگه‌داری از جنین در طول دوران بارداری است. مدخل رحم، گردن رحم نام دارد. گردن رحم هنگام تولد نوزاد بسیار باز می‌شود تا امکان تولد نوزاد فراهم شود.

ستون مهره‌های جنین، خم شده است تا او درون رحم جا بگیرد

گردن جنین

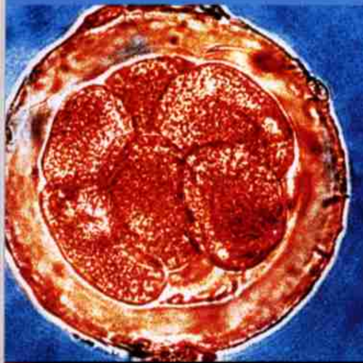




▶ **لقاح**
ترکیب تخمک و اسپرم (لقاح) معمولا در ابتدای لوله‌ی فالوپ رخ می‌دهد. با رسیدن اسپرم به تخمک، اسپرم موادی آزاد می‌کند که سبب تجزیه‌ی لایه‌های خارجی تخمک می‌شود. فقط یک اسپرم می‌تواند وارد تخمک شود. وقتی اسپرم و تخمک با هم ترکیب شدند، هر کدام نیمی از اطلاعات لازم برای به‌وجود آمدن فرد جدید را به اشتراک می‌گذارد.

▲ **سفر اسپرم و تخمک**
هنگام آمیزش جنسی، میلیون‌ها اسپرم به درون مهبل زن می‌ریزند. اسپرم‌ها پس از عبور از مهبل از دهانه‌ی رحم، وارد رحم می‌شوند و از آن‌جا به‌طرف لوله‌ی تخمک‌بر حرکت می‌کنند، که فقط حدود ۵۰۰ اسپرم به لوله‌ی تخمک‌بر می‌رسند. اگر یکی از اسپرم‌ها موفق شود به تخمک برسد با آن ترکیب می‌شود و سلول تخم به‌وجود می‌آید. سلول تخم به دو، چهار و سپس تعداد بیش‌تر تقسیم می‌شود. سلول تخم در حین تقسیم در امتداد لوله‌ی تخمک‌بر حرکت می‌کند تا به درون رحم برسد و به دیواره‌ی آن بچسبد.

از زمان لقاح تا تولد نوزاد



مورولا ◄
سلول تخم تقسیم می‌شود و توده‌ی سلولی به‌نام مورولا را به‌وجود می‌آورد. مورولا در مدت چند روز، به‌کمک حرکات مژک‌ها و ساختارهای مو مانند موجود در دیواره‌ی لوله‌ی فالوپ، به رحم می‌رسد و خیلی زود در دیواره‌ی رحم جایگزین می‌شود.



جنین در ۱۰ هفتگی ◄
در این زمان سلول‌های رویان با رشد و نمو خود، بافت‌ها و اندام‌ها را به‌وجود آورده‌اند، بیش‌تر اندام‌های رویان در هشت هفتگی تشکیل شده‌اند. رویان از این زمان به بعد جنین نامیده می‌شود. در ۱۰ هفتگی، جنین ۵ سانتیمتر طول دارد و صورت و دست و پای آن مشخص شده است.



جنین در ۱۸ هفتگی ◄
در این زمان مادر حرکات جنین را حس می‌کند. بند ناف (در این‌جا در پشت دست‌های جنین دیده می‌شود) جنین را به جفت وصل می‌کند. جفت به دیواره‌ی رحم چسبیده است و تغذیه‌ی جنین را به‌عهده دارد و مواد زاید را نیز از آن دور می‌کند.



جنین در ۳۰ هفتگی ◄
صورت جنین در این عکس سه بعدی، که به کمک امواج فراصوت (سونوگرافی) گرفته شده است، کاملا دیده می‌شود. از سونوگرافی برای بررسی سلامت جنین در دوران بارداری استفاده می‌شود. جنین خیلی سریع رشد می‌کند و برای سفر به دنیای بیرون آماده می‌شود.



نوزاد ◄
نوزاد به محض تولد، شروع به نفس کشیدن می‌کند. بندناف را با گیره‌ای می‌بندند و سپس آن را قطع می‌کنند و بلافاصله نوزاد را برای شیر خوردن تحویل مادر می‌دهند. باقیمانده‌ی بندناف بعد از چند روز می‌افتد و اثر آن به‌صورت ناف روی شکم باقی می‌ماند.

◄ آماده برای تولد
این تصویر رنگی که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، جنین را در ۳۶ هفتگی نشان می‌دهد. سر جنین به‌طرف گردن رحم قرار دارد و آماده برای تولد است. هنگام تولد، مجرای تولد (گردن رحم) باز می‌شود و ماهیچه‌های رحم منقبض می‌گردند. سپس جنین به‌طرف پایین حرکت می‌کند. ابتدا سر جنین و سپس بقیه‌ی بدن آن از مجرای تولد خارج می‌شود.

پاهای جنین، در زیر بدنش جمع شده است

استخوان‌های ستون مهره‌های مادر

دست جنین

استخوان لگن مادر

استخوان خاجی مادر، پشت مجرای تولد قرار دارد

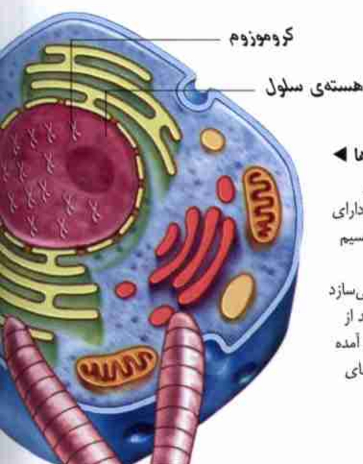
سر جنین، کاملا در گردن رحم قرار گرفته است

استخوان شرمگاهی، در جلوی گردن رحم مادر قرار دارد

نیز نگاه کنید به ◄◄ تولید مثل ۳۰۸-۳۰۹ ● دستگاه درون ریز ۳۵۶ ● ژنتیک ۳۶۴-۳۶۵ ● رشد ۳۶۶-۳۶۷

ژنتیک

ژنتیک علم مطالعه‌ی دستورالعمل‌هایی است که در سلول‌ها، برای چگونگی فعالیت و رشد و نمو، وجود دارند. این دستورالعمل‌ها **ژن** نامیده شده‌اند و به صورت ساختاری به‌نام کروموزوم در هسته‌ی سلول‌ها قرار دارند. بخش اصلی هر کروموزوم ترکیبی به‌نام دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (DNA) است که کدهای راهنما و دستورالعمل‌ها را در خود دارد. هر فرد ژن‌های خود را از والدینش دریافت می‌کند. دریافت ویژگی‌های زیستی از والدین توسط فرزندان، **وراثت** نام دارد.



جایگاه کروموزوم‌ها ◀
کروموزوم‌ها ساختارهای کوچکی در هسته‌ی سلول‌ها هستند. هر سلول دارای ۴۶ کروموزوم است. کمی قبل از تقسیم سلول، هر کروموزوم همانند سازی می‌کند و یک نسخه از روی خود می‌سازد (مضاعف می‌شود). به‌این ترتیب، بعد از تقسیم، هر یک از دو سلول به‌وجود آمده یک سری کامل از تمام کروموزوم‌های سلول والد را دریافت می‌کند.

مارپیچ DNA

سانترومر

کروماتید

ژن

ژن

ژن

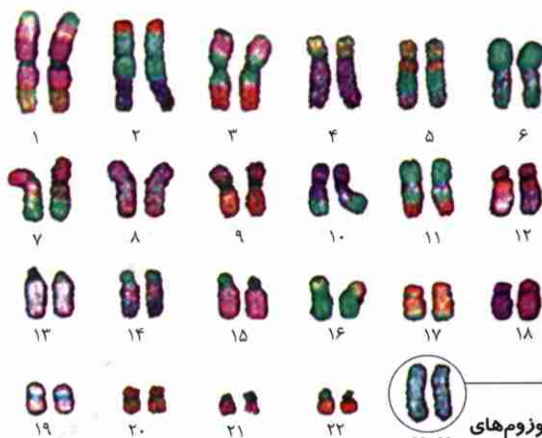
◀ ساختمان کروموزوم
کمی قبل از تقسیم، نسخه‌ی جدید و قدیمی کروموزوم برای مدت کوتاهی از محلی به‌نام سانترومر به‌هم می‌چسبند. در این زمان کروموزوم به‌شکل x است که از دو قسمت درست شده است که هر قسمت یک کروماتید نام دارد. هر کروماتید دارای یک مولکول پیچ خورده، طویل و طناب مانند DNA است. هر ژن بخشی از مولکول DNA است.

ژنتیک
genetics

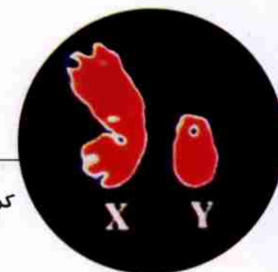
بازهای نوکلئوتیدی

زنجیره‌ی قند فسفاته

▲ مارپیچ دو رشته‌ای DNA
اگر مولکول DNA باز شود ساختاری شبیه به نردبان پیچ خورده مشاهده خواهد شد که مارپیچ دو رشته‌ای DNA نام دارد.
هر یک از طرفین این نردبان از ماده‌ای زنجیر مانند به‌نام قند ـ فسفات، تشکیل شده است و پله‌های نردبان از موادی به‌نام بازهای نوکلئوتیدی ساخته شده‌اند. چهار نوع باز وجود دارد. ترتیب قرار گرفتن بازها در یک ژن (بخش درازی از مولکول DNA)، یک کد است که دستورالعمل‌های ژن را با خود حمل می‌کند.



کروموزوم‌های جنسی
(دختران)



کروموزوم‌های جنسی
(پسران)

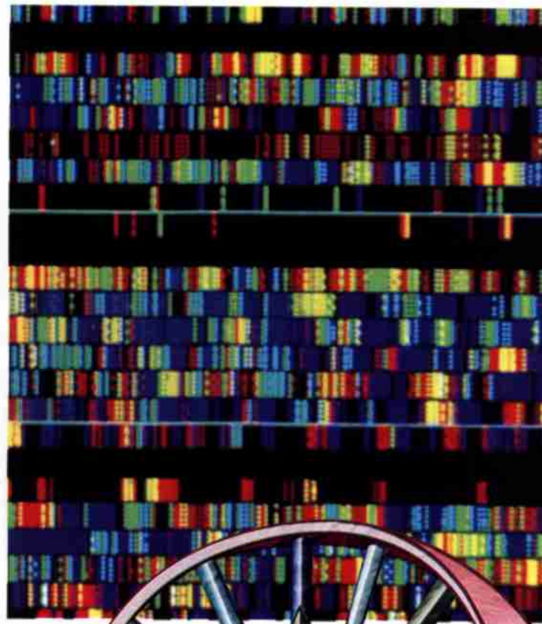
▲ یک سری کروموزوم
یک سری کامل کروموزوم، شامل ۲۳ جفت است. ۲۲ جفت از این کروموزوم‌ها در دختران و پسران یکسان است، آخرین جفت که کروموزوم‌های جنسی نامیده می‌شود در دختران و پسران متفاوت است. دختران دارای دو کروموزوم جنسی یکسان به‌نام کروموزوم X هستند، پسران دارای یک کروموزوم جنسی X و یک کروموزوم کوچک‌تر به‌نام کروموزوم جنسی Y هستند. کروموزوم Y حاوی ژن‌هایی است که سبب بروز ویژگی‌های مردانه در پسران می‌شود.

ژن‌ها

یک ژن بخشی از مولکول DNA در یک کروموزوم است. هر فرد نیمی از ژن‌های خود را از مادر و نیم دیگر را از پدر دریافت کرده است. این امر هنگام ترکیب اسپرم و تخمک و تشکیل تخم رخ داده است. هر ژن دارای سهمی در تعیین شکل ظاهری و عملکرد فرد است. ژن‌ها از طریق داشتن اطلاعات مربوط به انجام واکنش‌های شیمیایی پیچیده در سلول، اثر خود را اعمال می‌کنند. به این صورت که پیام‌های کد شده (ژن‌ها) در DNA، در سلول به‌صورت دستورالعمل انجام واکنش‌ها ترجمه می‌شود. تفاوت‌های بین افراد عمدتاً ناشی از تنوع و ترتیب قرار گرفتن بازهای نوکلئوتیدی در DNA است.



◀ نقشه‌ی کروموزومی
ژن‌های متفاوتی که روی یک کروموزوم قرار دارند، دستورالعمل‌های انجام اعمال متنوعی را با خود دارند. دانشمندان به‌تدریج جایگاه ژن‌های مختلف را بر روی کروموزوم‌ها شناسایی می‌کنند و به این ترتیب، «نقشه‌ی ژنی» به‌دست می‌آید که مشخص می‌کند هر ژن در کجا قرار دارد و چه عملی انجام می‌دهد. احتمالاً بین ۳۰ تا ۴۰ هزار ژن در کروموزوم‌های انسان وجود دارد.



◀ توالی DNA
این تصویر بخش کوچکی از توالی DNA در انسان را بوسیله‌ی کامپیوتر نشان می‌دهد. این کار نتیجه‌ی مطالعات دانشمندان در سراسر جهان بر روی پروژه‌ای است که «تعیین ژنوم انسان» نام دارد. یکی از هدف‌های این پروژه تعیین توالی واقعی چهار باز نوکلئوتیدی در DNA انسان بوده است. این هدف حاصل شده است، دانشمندان هم‌اکنون در حال مطالعه‌ی انواع توالی در ژن‌ها هستند که سبب تفاوت افراد از یک دیگر می‌شود.

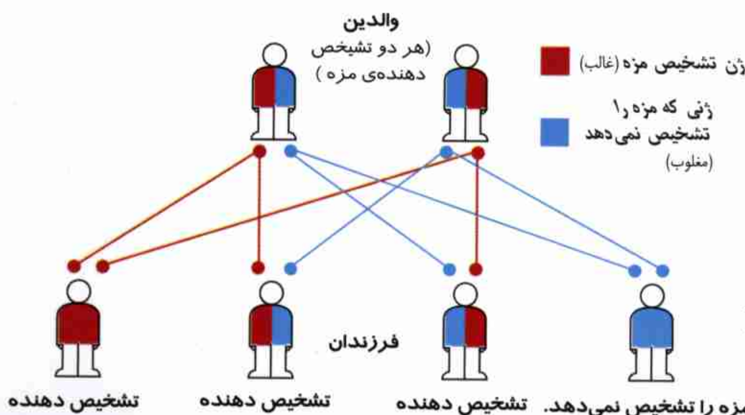
شباهت‌های ژنتیکی

توالی DNA افراد به طرز عجیبی به یک‌دیگر شباهت دارد. درصدهای زیر نشان می‌دهد که این شباهت‌ها چقدر است. همچنین DNA انسان، شباهت زیادی به DNA شمپانزه دارد.

دوقلوهای یکسان	٪۱۰۰
دو برادر یا خواهر	٪۹۹/۹۵
دو فرد بیگانه	٪۹۹/۹
انسان و شمپانزه	٪۹۹

وراثت

اعضای یک خانواده اغلب از جهت برخی از صفاتی که به‌وسیله ژن‌ها کنترل می‌شوند، مثل رنگ چشم، به هم شبیه‌اند. برخی از این صفات فقط به‌وسیله‌ی دو ژن کنترل می‌شوند که هر ژن از یکی از والدین دریافت شده است. هر یک از اعضای این جفت ژن به یک شکل یا دو و یا چندین شکل وجود دارد که هر یک اثر متفاوتی دارند. یکی از این شکل‌ها «غالب» نام دارد و می‌تواند جلوی بروز اثر ژن دیگر را بگیرد. چنین ژنی هرگاه به تنهایی به ارث برسد اثرش ظاهر می‌شود. اما برخی دیگر از ژن‌ها که مغلوب نامیده می‌شوند نمی‌توانند به‌تنهایی اثر خود را بروز دهند و اثر آن‌ها فقط در حالتی بروز می‌کند که به‌صورت یک جفت مشابه باشند و هر کدام از یکی از والدین به ارث رسیده باشد.



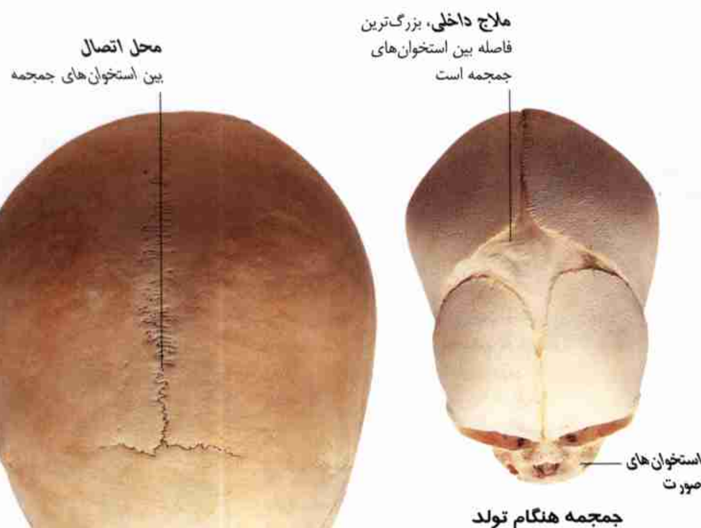
به ارث رسیدن یک صفت ◀
یکی از نمونه‌های ساده‌ی وراثت، به ارث رسیدن صفت تشخیص طعم ماده‌ای به‌نام فنیل تیوکاربامید(PTC) است. فنیل تیوکاربامید ماده‌ی تلخ مزه‌ای است که در برخی از میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارد. فقط دو سوم افراد می‌توانند طعم این ماده را درک کنند. تشخیص طعم PTC وابسته به ارث بردن حداقل یک نسخه از ژن غالب تشخیص دهنده‌ی مزه‌ی PTC است. افرادی که طعم PTC را احساس نمی‌کنند، افرادی هستند که هر دو ژن مغلوب این صفت را از والدین خود دریافت کرده‌اند.

نیز نگاه کنید به ◀ شیمی زیست ۴۶-۴۷ • تکامل ۳۲۸-۳۲۹ • دستگاه تولید مثل ۳۶۲-۳۶۳

رشد

فرایند رشد و نمو در تمام طول عمر ادامه دارد. رشد و نمو شامل تغییرات فیزیکی، مثل افزایش طول قد، که در دوران کودکی رخ می‌دهد، و تغییرات ذهنی، مثل فراگیری مهارت‌های مختلف است که از اوائل کودکی تا بزرگسالی ادامه دارد. یک مرحله‌ی مهم در رشد و نمو **بلوغ** است؛ یعنی زمانی که رشد دستگاه تولید مثلی دختران و پسران کامل می‌شود. در تمام عمر سلول‌های فرسوده از بین می‌روند و بدن دائماً سلول‌های جدیدی برای ترمیم بخش‌های فرسوده تولید می‌کند. **پیری** فرایندی طبیعی است که در نتیجه‌ی کندشدن عمل ترمیم و بازسازی در بدن پیش می‌آید.

◄ رشد جمجمه
جمجمه در دوران کودکی به موازات رشد مغز، رشد می‌کند. هنگام تولد، استخوان‌های جمجمه از یک دیگر فاصله دارند. فاصله بین استخوان‌ها به‌وسیله‌ی بافت رشته‌ای به‌نام ملاج پر شده است. ملاج داخلی حدود ۱۸ ماهگی، و ملاج پشتی که بیش‌تر آن در عقب سر قرار گرفته است در حدود ۳ ماهگی به‌وسیله‌ی بافت استخوانی پر می‌شود.



جمجمه هنگام تولد

جمجمه فرد بزرگسال

▼ رشد استخوان‌ها
هنگام تولد بیش‌تر بخش‌های اسکلت از غضروف ساخته شده است. استخوانی‌شدن بخش‌های غضروفی اسکلت در طول کودکی و نوجوانی انجام می‌گیرد و در حدود بیست سالگی تمام می‌شود. سلول‌هایی به‌نام سلول‌های استخوانی این کار را با اضافه کردن کلسیم به غضروف انجام می‌دهند.



بیست سالگی — **سیزده سالگی** — **یک سالگی**

رشد مهارت‌ها در کودکان



◄۱۲ ماهگی
در حدود ۱۲ ماهگی،بسیاری از کودکان می‌توانند چیزی را با انگشت شست و سایر انگشتان بگیرند، می‌توانند با دست غذا بخورند، با استفاده از تکیه گاه راه بروند و کلمات ساده‌ای مثل بابا و مامان را ادا کنند.



◄۱۸ ماهگی
بسیاری از کودکان در این سن می‌توانند نوشیدنی‌ها را با فنجان بخورند. کفش‌ها و جوراب‌های خود را درآورند، صفحات کتاب را ورق بزنند و از خط خطی‌کردن لذت ببرند. برخی می‌توانند چشم‌ها، بینی و دهان خود را نشان دهند.



◄ ۲ سالگی
کودکان در این سن راه افتاده‌اند، می‌توانند با گذاشتن قطعاتی روی هم برج بسازند، توپی را با پا بزنند، قسمت‌های مختلف بدن خود را نشان دهند، با قاشق و چنگال غذا بخورند و لباس خود را بدون کمک درآورند. برخی از کودکان در این سن می‌توانند خط مستقیمی رسم کنند.



◄ ۳ سالگی
کودکان در سه سالگی معمولا می‌توانند با استفاده از قاشق و چنگال غذا بخورند. بسیاری از آن‌ها می‌توانند دایره بکشند، سه‌چرخه‌سواری کنند، جمله‌های کوتاهی را بیان کنند و تند بدوند. بیش‌تر آن‌ها در این سن نام کوچک و فامیلی خود را می‌دانند.



◄ ٤ سالگی
بسیاری از کودکان در این سن می‌توانند لباس خود را بدون کمک بپوشند، شکل ساده‌ای از آدمی را نقاشی کنند، مربعی رسم کنند و خط بکشند، از یک تا ۱۰ بشمارند و دندان‌های خود را مسواک بزنند.



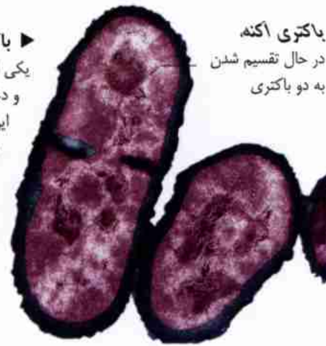
◄ ٦ سالگی
در ۶ سالگی برخی از کودکان می‌توانند بند کفش خود را ببندند، بالا و پایین بپرند و توپی را بگیرند، مثلث رسم کنند به روشنی و صراحت صحبت کنند. آن‌ها می‌توانند تصویر آدمی را با جزئیاتش نقاشی کنند.

بلوغ

دختران در سنین ۱۰ تا ۱۴ سالگی و پسران در ۱۲ تا ۱۵ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسند. تغییرات هورمونی رشد و نمو را تسریع می‌کنند، تغییراتی در شکل بدن می‌دهند و رشد و نمو اندام‌های تناسلی را سبب می‌شوند، دوره‌ی قاعدگی در دختران شروع می‌شود و در پسران، بیضه‌ها شروع به ساختن اسپرم می‌کنند. در پایان دوران کودکی، دختران و پسران بیش‌تر از وضع خود آگاهی پیدا می‌کنند و مستقل می‌شوند.

پیری

هنگام افزایش سن، سرعت ترمیم و بازسازی سلول‌ها کند می‌شود. پوست خاصیت ارتجاعی خود را از دست می‌دهد و چروک‌ها ظاهر می‌شوند. تراکم بافت استخوانی به‌تدریج کاهش می‌یابد. توانایی ترمیم در بدن نیز به‌تدریج کاهش می‌یابد، جراحت‌ها دیرتر بهبود می‌یابند و شکستگی‌های احتمالی استخوان نیز دیرتر خوب می‌شود. توانایی انطباق عدسی چشم کم می‌شود و اغلب مردم در ۵۰ سالگی برای مطالعه به عینک نیاز پیدا می‌کنند. با این وجود، با حجم دانشی که در طول عمر کسب شده انسان می‌تواند، دوران پیری را یکی از لذت بخش‌ترین ایام زندگی کند.

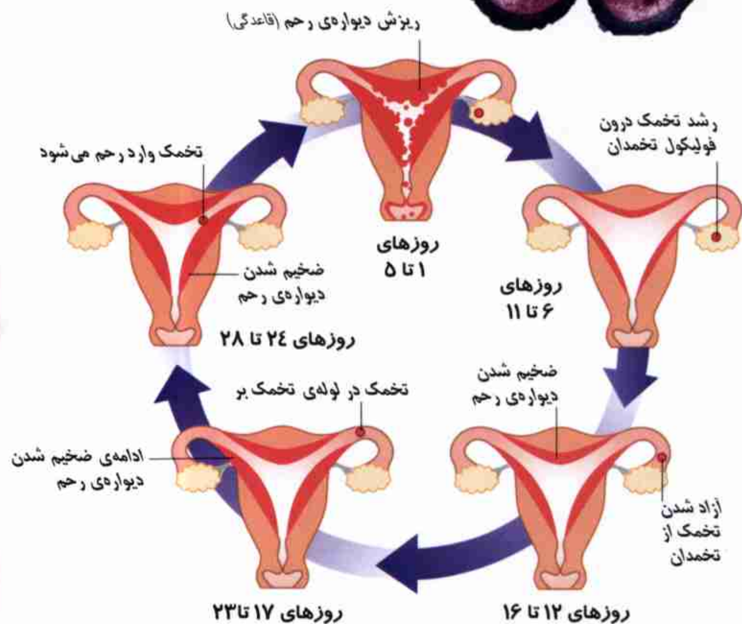


◀ باکتری آکنه (جوش جوانی)
یکی از تغییرات معمول که در هنگام بلوغ در پسران و دختران پیش می‌آید، زدن جوش در پوست است. این جوش‌ها که به جوش‌های جوانی یا آکنه معروفند بر اثر فعالیت بیش از حد غده‌های چربی پوست تحت تاثیر هورمون‌های جنسی به‌وجود می‌آیند. چربی که توسط این غده‌ها تولید می‌شود منفذ غده‌ی پیاز مو را می‌بندد و شرایط مناسبی را برای رشد باکتری‌ها فراهم می‌کند.

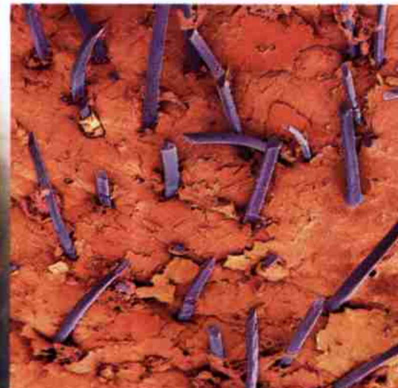


▼ ضعف استخوان‌ها
هنگام پیری بافت استخوان‌ها به‌طور طبیعی به‌تدریج از بین می‌رود. در برخی از افراد مسن ضعف استخوان‌ها شدیدتر است و خطر شکستگی آن‌ها را بالا می‌برد. این عکس که به‌وسیله‌ی پرتو ایکس از ستون فقرات گرفته شده است نشان می‌دهد که مهره‌ها به‌شدت ضعیف و لاغر شده‌اند و شخص مبتلا به بیماری پوکی استخوان شده است. یکی از مهره‌ها فشرده و مثلثی شکل شده است. که ممکن است باعث خم شدن کمر شود.

استخوان مهره فشرده شده است



▲ دوره‌ی قاعدگی
در طول سنین جوانی در دختران در هر ماه، یکی از تخمک‌های نارسی که هنگام تولد در تخمدان‌ها وجود داشته است، شروع به رشد و نمو می‌کند و آزاد می‌شود. دیواره‌ی رحم در هر ماه برای آماده شدن برای رشد و نمو سلول تخم، رشد می‌کند و ضخیم می‌شود وقتی لقاح پیش نمی‌آید دیواره‌ی رحم در پایان ماه ریزش می‌کند (عادت ماهانه یا قاعدگی) دوره‌ی قاعدگی به‌وسیله‌ی هورمون‌هایی که توسط غده‌ی هیپوفیز و تخمدان‌ها تولید شده است، تنظیم می‌شود.



موهای صورت ◀
در دختران و پسران هنگام بلوغ در زیر بغل و زهار مو درمی‌آید. علاوه بر این، در پسران صورت و در تعدادی از آن‌ها سینه نیز مو در می‌آورد. رشد موها ناشی از افزایش ترشح هورمون تستوسترون است. علاوه بر این، صدای پسران به‌دلیل رشد و قطور شدن تارهای صوتی آن‌ها، بم می‌شود.

نیز نگاه کنید به ◀◀ دستگاه اسکلتی ۳۴۰-۳۴۱ • دستگاه درون ریز ۳۵۶ • دستگاه تولید مثل ۳۶۲-۳۶۳

سلامتی

عوامل زیادی در سلامت بدن و اندیشه نقش دارند. این عوامل شامل انجام **ورزش** فراوان، داشتن **رژیم غذایی** سالم و رعایت برخی از اصول اساسی **بهداشت** است. سایر عواملی که در سلامتی دخالت دارند عبارتند از: داشتن خواب کافی، انجام واکسیناسیون لازم در هر گروه سنی و داشتن معاینات پزشکی منظم. مردم همچنین با اجتناب از برخی عادات مضر، مثل سیگار کشیدن، می‌توانند خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها را کاهش دهند.



ورزش

ورزش‌کردن منظم سبب حفظ تناسب اندام می‌شود. تناسب اندام نقش حیاتی در سلامت بدن دارد. حتی انجام ورزش‌های سبک و منظم به حفظ بدن در برابر بیماری‌ها کمک می‌کند و سبب افزایش طول عمر می‌شود. ورزش‌کردن منظم به‌همان اندازه که لذت‌بخش است و سبب افزایش قدرت و انعطاف‌پذیری بدن می‌شود، سبب افزایش کارآیی ماهیچه‌ها، قلب و دستگاه گردش خون نیز می‌شود. ورزش‌کردن همچنین می‌تواند مانع افزایش وزن شود. افزایش وزن تأثیرات منفی زیادی روی سلامتی دارد.

ورزش‌های موثر در تناسب اندام

فعالیت	استقامت	انعطاف‌پذیری	قدرت بدنی
بسکتبال	×××	××	×
دوچرخه سواری (سرعت)	×××	×	××
باله	××	×××	×
تپه‌نوردی	××	×	×
دویدن	×××	×	×
جودو	×	×××	×
اسکی (سرعت)	×××	×	×
فوتبال	×××	×	×
شنا	×××	×××	×××
تنیس	×	××	×
یوگا	×	×××	×

راهنما: × خوب　×× خیلی خوب　××× عالی



▲ **گرفتن نبض**
شما می‌توانید با اندازه‌گیری تعداد نبض خود (ضربان قلب) سلامتی خود را بسنجید. برای اندازه‌گیری تعداد نبض مطابق شکل عمل کنید و تعداد ضربان نبض را در دقیقه بشمارید. بعد از ۵ دقیقه ورزش سرعت نبض افزایش می‌یابد. در فرد سالم در مدت چند دقیقه ضربان نبض به حالت معمول خود برمی‌گردد.

بهداشت

رعایت بهداشت از دو راه اساسی صورت می‌گیرد. یکی از آن‌ها انجام کارهایی است که فعالیت میکروب‌ها را محدود می‌کند و مانع پراکندگی آن‌ها می‌شود، مثل شستن دست‌ها قبل از غذا خوردن و یا بعد از بیرون آمدن از دستشویی و بازی کردن با حیوانات خانگی، و دیگری اعمالی که سبب تمیزی دائمی و بد بو نبودن می‌شود، مثل حمام کردن منظم و شستن کامل بدن با آب و صابون.



▲ **استفاده از نخ دندان**
نگه‌داری و مراقبت از دندان‌ها و لثه نقش بسیار مهمی در جلوگیری از پوسیدگی دندان و بیماری‌های لثه دارد. استفاده‌ی روزانه از نخ دندان و روزی دو بار مسواک زدن در سلامت و بهداشت دهان و دندان و لثه بسیار موثر است.

شنا کردن ◄
شنا کردن، دوچرخه سواری، پیاده روی و دویدن از ورزش‌هایی هستند که به‌راحتی قابل انجامند و ورزش‌های آئروبیک (هوازی) نامیده می‌شوند. این‌گونه ورزش‌ها و فعالیت‌ها را می‌توان بدون وقفه به‌مدت دوازده دقیقه انجام داد. این ورزش‌ها هنگام انجام سبب مصرف مرتب اکسیژن برای کسب انرژی به‌وسیله‌ی ماهیچه‌ها می‌شوند. بسیاری از افراد این‌گونه ورزش‌ها را حداقل سه بار در هفته و هر بار به‌مدت بیست دقیقه انجام می‌دهند. این امر سبب می‌شود که همواره دارای سلامت فکر و اندام مناسب باشند.

رژیم غذایی

یک رژیم غذایی سالم همه‌ی مواد غذایی لازم برای رشد و نمو و انجام اعمال طبیعی بدن را فراهم می‌کند. این رژیم غذایی شامل پروتئین‌ها، هیدرات‌های کربن، مقداری چربی، مقادیر کمی از انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی است. پروتئین‌ها مواد لازم برای رشد و نمو و ترمیم را فراهم می‌کنند. هیدرات‌های کربن و چربی‌ها تولید انرژی در بدن را به‌عهده دارند. ویتامین‌ها و مواد معدنی برای انجام بسیاری از اعمال بدن ضروری هستند. در رژیم غذایی باید مقداری هم الیاف گیاهی (بخش غیرقابل گوارش مواد گیاهی) وجود داشته باشد. به‌طور معمول، خوردن مخلوطی از غذاهای مختلف، تمام مواد غذایی مورد نیاز بدن را تأمین می‌کند. برای داشتن سلامتی کامل، باید مقدار مصرف مواد غذایی دارای قند و چربی زیاد را محدود کرد.



قند و غذاهای قندی مثل نوشیدنی‌ها — بسیار کم بخورید

غذاهای چرب و روغنی مثل کیک و چیپس — کم بخورید

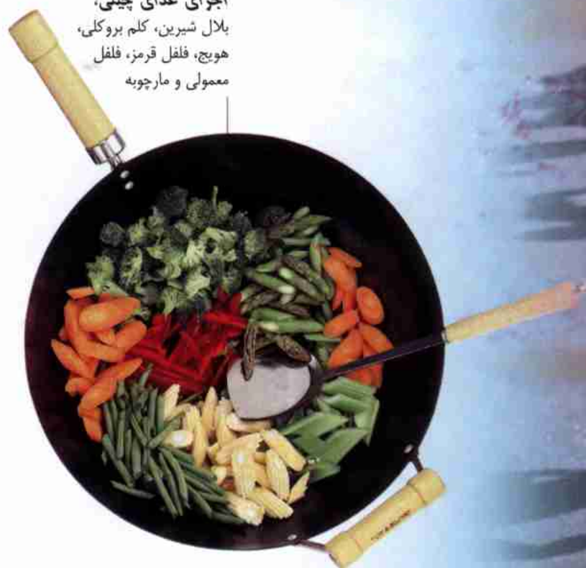
غذاهای پروتئینی مثل ماهی، گوشت، محصولات لبنی، لوبیا، نخود و آجیل — متعادل بخورید

سبزیجات و میوه‌ها — چند بار در روز بخورید

مواد غذایی غنی از هیدرات‌های کربن مثل نان، مواد غذایی نشاسته‌دار و ماکارونی — به مقدار فراوان بخورید

▲ **هرم غذایی**

یک روش برای داشتن رژیم غذایی سالم، مصرف غذاهای یک هرم غذایی است. در رژیم غذایی یک فرد باید مواد غذایی سطوح پایین هرم، مثل غذاهای غنی از هیدرات‌های کربن، سبزیجات و میوه‌ها، به مقدار زیاد وجود داشته باشد. این مواد غذایی نیاز به انرژی، الیاف گیاهی، ویتامین‌ها و مواد معدنی را برطرف می‌کنند. مواد غذایی پروتئینی در ردیف میانی هرم باید به مقدار متوسط و کافی مصرف شوند. غذاهایی که در بالای هرم قرار دارند، انرژی‌زا هستند اما از نظر داشتن بسیاری از مواد غذایی مورد نیاز بدن فقیرند، بنابراین باید به مقدار کم مصرف شوند.



▲ **غذاهای تازه**

رژیم غذایی سالم باید محتوی مخلوطی از مواد غذایی تازه، مثل مواد غذایی که در این غذای چینی می‌بینید، باشد. برای داشتن یک رژیم غذایی متعادل، این مواد غذایی باید با یک ماده‌ی غذایی غنی از هیدرات‌های کربن، مثل برنج و یک غذای پروتئینی، مثل مقداری جوجه سوخاری، مخلوط شوند. یکی از فواید رژیم غذایی غنی از سبزیجات وجود الیاف‌گیاهی در آن‌هاست. الیاف‌گیاهی به گوارش مواد غذایی در روده‌ها کمک می‌کنند.

برخی از تهدیدکننده‌های سلامتی

فعالیت	خطرات
کشیدن سیگار	کشیدن سیگار برای سلامتی بسیار خطرناک است. کشیدن سیگار عامل بسیاری از سرطان‌ها، صدمه به شش‌ها، ناراحتی‌های قلبی و کاهش طول عمر است.
مصرف الکل	مصرف الکل سبب صدمات جدی به بسیاری از اندام‌های بدن می‌شود و خطر ابتلا به سرطان را افزایش می‌دهد. الکل اعتیاد آور نیز هست و مشکلات ذهنی هم به‌وجود می‌آورد.
مواد مخدر	مصرف مواد مخدر سبب ایجاد صدمات جدی به سلامت بدن و ذهن می‌شود و اعتیاد آور است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه گردش خون ۳۵۲-۳۵۳ • دستگاه گوارش ۳۵۸-۳۵۹ • بیماری‌ها ۳۷۰-۳۷۱

بیماری‌ها

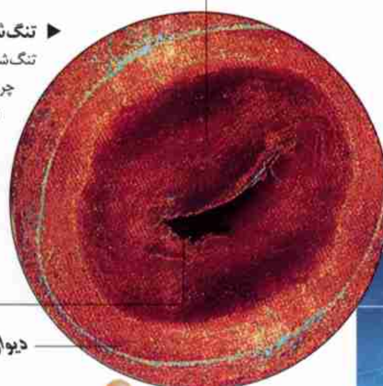
هنگامی که فردی مبتلا به یک بیماری است، بخشی از اعمال بدنش به‌خوبی انجام نمی‌گیرد. هر یک از بیماری‌ها دارای علائمی است. این علائم در شناخت بیماری به پزشک کمک می‌کنند. سه گروه از بیماری‌های شایع عبارتند از: **بیماری‌های قلبی**، **بیماری‌های واگیر** و **سرطان‌ها**. عوامل زیادی وجود دارد که بر احتمال ابتلا به بیماری‌ها اثر می‌گذارند. مثلا کشیدن سیگار عامل شناخته شده‌ای در افزایش خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها، و ورزش منظم سبب کاهش ابتلا به بیماری‌هاست.

برخی از اقسام بیماری‌ها

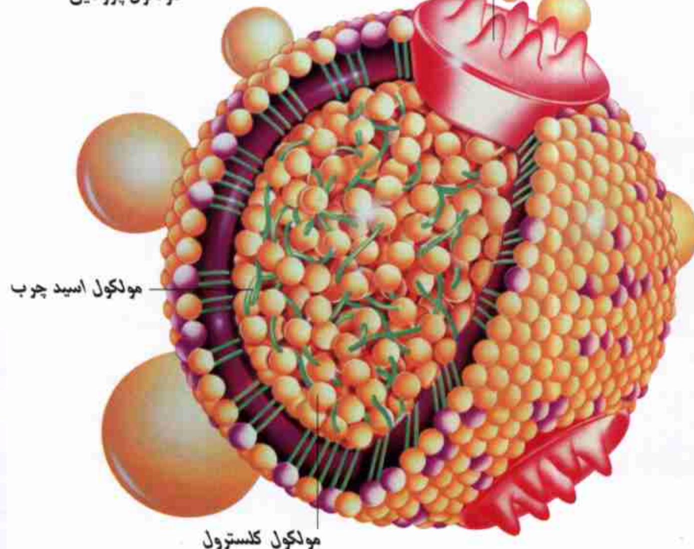
طبقه	علت و مثال
سوء تغذیه کمبود ویتامین C در بدن است.	فقدان یک ماده‌ی اساسی در رژیم غذایی مثال: بیماری اسکوربوت ناشی از اختلالات ژنتیکی هموفیلی و سیستیک فیبروزیس
وراثت	یک ژن ناقص مثال: بیماری هموفیلی
بیماری‌های فرساینده‌ی بدن	از بین رفتن تدریجی اعمال بخش‌هایی از بدن مثال: بیماری آرتروز استخوان
اختلالات هورمونی	به هم خوردن تعادل هورمونی در بدن مثال: بیماری دیابت
بیماری‌های خودایمنی	حمله دستگاه ایمنی بدن به بافت‌های خود بدن مثال: بیماری رماتیسم مفصلی
حساسیت‌های خارجی	حساسیت دستگاه ایمنی به برخی از مواد مثال: بیماری تب یونجه

بیماری‌های قلبی

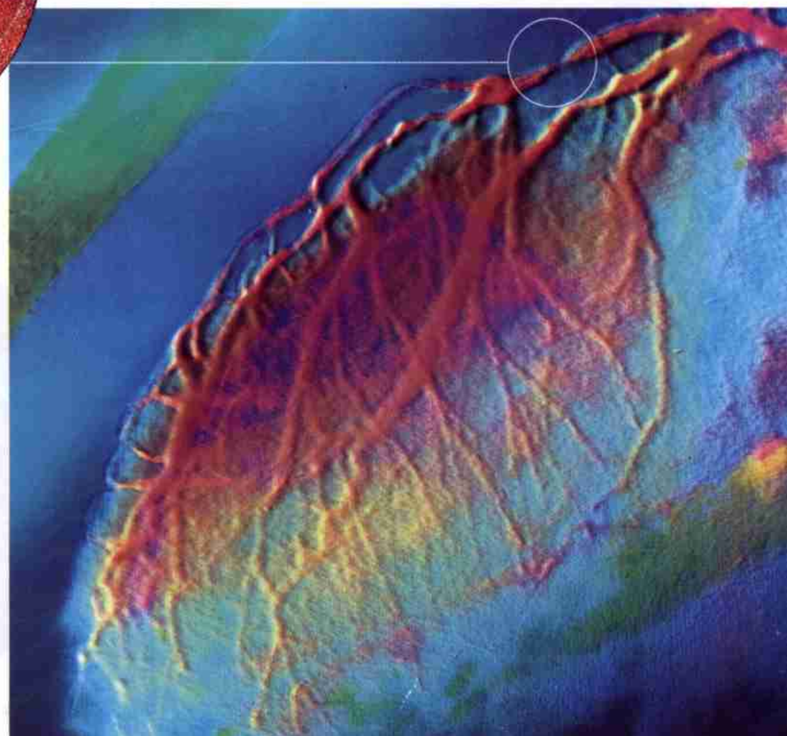
بیماری‌های قلبی ناشی از تنگ‌تر شدن سرخرگ‌ها یا شریان‌های قلبی است، که خون را به ماهیچه‌ی قلب می‌رسانند. کشیدن سیگار، داشتن وزن اضافی، خوردن غذاهای پرچرب و ورزش نکردن برخی از عواملی هستند که خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را افزایش می‌دهند. ناراحتی قلبی در کشورهای ثروتمند فراوان است. مصرف دارو و در برخی مواقع جراحی، راه‌های درمان بیماری‌های قلبی‌اند.



▶ **تنگ‌شدن سرخرگ**
تنگ‌شدن رگ‌های قلبی در بیماری قلبی ناشی از رسوب چربی‌ها در دیواره‌ی داخلی این رگ‌هاست. در این تصویر بسته شدن سرخرگ به‌دلیل رسوب چربی‌ها نشان داده شده است. رسوب چربی‌ها می‌تواند حتی در سرخرگ‌های تغذیه‌کننده مغز هم پیش بیاید. در چنین شرایطی، خون‌رسانی به بخشی از مغز قطع می‌شود و سکته مغزی رخ می‌دهد.



▲ **حمل‌کننده‌ی کلسترول**
به‌نظر می‌رسد تراکم بالای ذرات حمل کننده‌ی کلسترول در خون، سبب افزایش خطر رسوب چربی‌ها می‌شود. ذرات لیپوپروتئین با چگالی کم (LDH)، موادی هستند که از ترکیب مواد چرب با برخی از پروتئین ها به‌وجود می‌آیند. حجم بالای این مواد در خون نشان دهنده‌ی وجود چربی‌های زیاد حیوانی در رژیم غذایی است.



▲ **بیماری سرخرگ‌های قلبی**
این تصویر که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، بخش باریک و تنگ شده (دایره‌ی سفید) در یکی از سرخرگ‌های قلبی را نشان می‌دهد. در این تصویر، این سرخرگ‌ها با تزریق ماده‌ی رنگی، قابل رویت شده‌اند. هرگاه این بیماری باعث شود که قسمتی از سرخرگ قلبی بسته شود، خون‌رسانی به بخشی از ماهیچه‌ی قلب متوقف می‌شود و ماهیچه از کار می‌افتد. چنین حالتی منجر به حمله‌ی قلبی می‌شود و ممکن است کشنده باشد.

بیماری‌های واگیر

بیماری‌های واگیر، بیماری‌هایی هستند که توسط میکروب‌هایی که به بافت‌ها و اندام‌های بدن حمله می‌کنند و بر اعمال آن تأثیر سوء می‌گذارند، ایجاد می‌شوند. این بیماری‌ها می‌توانند از شخصی به شخص دیگر منتقل شوند و روی بخش‌های مختلف بدن تاثیر بگذارند. سه گروه اصلی میکروب‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها هستند. انواع دیگری مثل قارچ ها، آغازیان و کرم‌ها نیز ممکن است بیماری‌زا باشند. بسیاری از بیماری‌های واگیر به‌وسیله دارو درمان می‌شوند.

ذره‌ی ویروسی، به‌صورت جوانه‌ای از سطح گلبول سفید آلوده، بیرون زده است

سطح سلول گلبول سفیدی که یکی از انواع لنفوسیت‌ها موسوم به لنفوسیت T است

◄ ویروس نقص ایمنی بدن انسان (HIV)
ویروس‌ها کوچک‌ترین موجودات بیماری‌زا هستند. آن‌ها برای تکثیر باید به سلول‌های زنده حمله کنند. ویروس HIV (عامل بیماری ایدز)، به گلبول‌های سفید خون حمله و آن‌ها را آلوده می‌کند. ویروس در بدن فرد آلوده تکثیر می‌یابد و سبب ضعف دستگاه ایمنی فرد می‌شود. برخی دیگر از بیماری‌های ویروسی عبارتند از: سرماخوردگی، آنفلوانزا، سرخک و اوریون.

▶ باکتری‌ها
باکتری‌ها جانوران تک سلولی با ساختمانی ساده هستند. برخی از باکتری‌ها با آزاد کردن مواد سمی سبب بیماری می‌شوند. باکتری‌هایی که در این شکل می‌بینید، عامل بیماری خطرناک منتزیت هستند. منتزیت بیماری خطرناکی است که سبب التهاب پرده‌ی پوشاننده مغز و نخاع می‌شود. برخی دیگر از بیماری‌های باکتریایی عبارتند از: وبا، حصبه، ذات‌الریه و سل.

سیتوپلاسم، حاوی مواد ژنتیکی باکتری

غشایی که اطراف سیتوپلاسم را گرفته است

کپسول باکتری، پوشش محکم و محافظ باکتری

سرطان

در سرطان سلول‌های بدن با سرعت و بدون کنترل رشد و تکثیر می‌یابند. این سلول‌ها اغلب به‌صورت گروهی دور هم جمع می‌شوند و توده‌ای سلولی به‌نام تومور را به‌وجود می‌آورند. از شایع‌ترین سرطان‌ها در انسان، سرطان ریه (شش)، سرطان روده‌ی بزرگ و سرطان سینه است. سلول‌های تومور ممکن است به بافت‌های اطراف خود و دیگر بخش‌های بدن هم سرایت کنند. در چنین حالتی سرطان کشنده می‌شود. امّا امروزه، با انتخاب روش‌های درمانی متنوع، برخی سرطان‌ها را می‌توان معالجه کرد.



پلی موقتی از مواد ژله مانند بین دو سلول

برجستگی‌های غیرطبیعی

▲ سلول‌های سرطانی ریه (شش)
در این تصویر، سلول سرطانی شش را در حال تقسیم به دو سلول مشاهده می‌کنید. سرطان شش یکی از شایع‌ترین انواع سرطان‌هاست. عامل اصلی سرطان شش کشیدن سیگار است. راه‌های معالجه شامل انجام عمل جراحی، استفاده از داروهای ضدسرطان و پرتودرمانی است. در پرتودرمانی از پرتوهایی با شدت بالا استفاده می‌شود.

سلول سرطانی، دارای هسته‌ی بزرگ غیرطبیعی و سیتوپلاسم کم است

سلول طبیعی، هسته‌ی کوچکی دارد

▶ سلول‌های سرطانی سینه
در این تصویر میکروسکوپی، سلول‌های طبیعی و سلول‌های سرطانی شده‌ی سینه دیده می‌شوند. مثل انواع دیگر سرطان‌ها، عوامل زیادی ممکن است سبب بروز سرطان سینه شوند. در برخی از موارد سرطان سینه عامل ژنتیکی دارد و ارثی است. راه درمان بیماری انجام عمل جراحی، استفاده از داروهای ضدسرطان و پرتودرمانی است.

نیز نگاه کنید به ◄◄ قارچ‌ها ۲۸۲-۲۸۳ • باکتری‌ها ۲۸۴ • دستگاه گردش خون ۲۵۲-۲۵۳ • دستگاه ایمنی ۳۵۷

پزشکی

پزشکی علم درمان بیماری‌ها و صدماتی است که به بدن وارد می‌شود. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های علم پزشکی، **پزشکی پیشگیری** است که شامل راه‌های ممانعت از پیشرفت بیماری و توقف آن است. دو جنبه‌ی مهم کار پزشکان در درمان بیماری‌ها یکی **تشخیص** آن‌چه سبب بیماری شده است و دیگری **درمان** آن است.

پنی‌سیلین ◄
این تصویر میکروسکوپی برخی از انواع قارچ‌هایی را که از آن‌ها داروی پنی سیلین را می‌گیرند، نشان می‌دهد. پنی سیلین آنتی بیوتیک بسیار مهمی است که می‌تواند باکتری‌ها را از بین ببرد. از زمان کشف پنی‌سیلین در سال ۱۹۲۰ میلادی تاکنون آنتی بیوتیک‌های زیادی کشف شده‌اند. کشف این آنتی بیوتیک‌ها سبب نجات جان افراد بسیاری در سراسر دنیا شده است.



◄ آموزش بهداشت
یکی از نقش‌های مهم پزشکان آموزش علل بیماری‌ها و راه‌های جلوگیری از ابتلا به آن‌هاست. نکاتی که در هر منطقه از دنیا در آموزش بهداشت مورد توجه قرار می‌گیرد، با مناطق دیگر متفاوت است. مردمی که در هند زندگی می‌کنند، بیش‌تر درباره‌ی بیماری‌هایی آموزش می‌بینند که عامل بیماری به‌وسیله‌ی حشرات منتقل می‌شود. در کشورهای توسعه یافته، نکات اصلی که در آموزش بهداشت مطرح می‌شود، شامل نکشیدن سیگار، داشتن رژیم غذایی مناسب و ورزش و فعالیت منظم است.

پزشکی پیشگیری

از جمله کارهایی که می‌توان برای کاهش ابتلا به بیماری و داشتن یک زندگی سالم انجام داد، داشتن برنامه‌ی واکسیناسیون منظم در برابر بیماری‌هایی مثل فلج اطفال، اوریون و سرخک است. پزشکان برای هر سنی معاینه‌ها و آزمایش‌های پزشکی خاصی را توصیه می‌کنند. برخی از این آزمایش‌ها شامل سنجش بینایی، اندازه‌گیری فشار خون، ماموگرافی (تشخیص سرطان سینه) است که با هدف تشخیص بیماری در مرحله‌ای که هنوز قابل درمان است، انجام می‌گیرد. روی افرادی که در معرض خطر ابتلا به یک بیماری هستند (مثلاً خانواده‌ای که در آن فرد بیماری وجود دارد)، ممکن است معاینه‌ها و آزمایش‌های ویژه‌ای انجام شود.



واکسیناسیون ◄
این تصویر میکروسکوپی گروهی از ویروس‌های عامل بیماری فلج اطفال را نشان می‌دهد. فلج اطفال با انجام برنامه‌های واکسیناسیون در خیلی از کشورها، ریشه‌کن شده است. برخی از واکسن‌ها به‌صورت متناوب و در سنین مختلف به کودکان تزریق می‌شود. برخی از واکسن‌ها زمانی به فرد تزریق می‌شوند که قصد سفر به مناطقی از دنیا را داشته باشد که در آن‌جا بیماری خاصی شیوع دارد. بیش‌تر واکسن‌ها تزریقی هستند ولی واکسن فلج اطفال خوراکی است و هنگام واکسیناسیون آن را به‌صورت قطره روی زبان کودک می‌چکانند.



◄ معاینه‌های منظم
بسیاری از افراد به علت این که در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و یا سکته‌ی مغزی قرار دارند به‌طور مرتب و منظم به‌وسیله پزشک معاینه می‌شوند. در این معاینه‌ها اغلب فشار خون اندازه‌گیری می‌شود. همان‌طور که در شکل می‌بینید، فشار خون اندازه گرفته شده بیش از حد طبیعی است. اگر فشار خون پس از چند بار اندازه‌گیری همچنان بالا باقی بماند، نشانه‌ی نوعی نارسایی و بیماری است؛ بنابراین درمان آن بایستی شروع شود.

تشخیص بیماری

پزشک برای تشخیص یک بیماری ابتدا با بیمار درباره‌ی علائم آن و برخی از عوامل مرتبط با بیماری، مثل خانواده، شغل و شیوه‌ی زندگی بیمار، گفتگو می‌کند. این عمل ممکن است با یک سری معاینه‌های بدن بیمار ادامه یابد. این اطلاعات به پزشک کمک می‌کند تا او بتواند آزمایش‌های دقیق‌تری را برای تشخیص بیماری انجام دهد. این آزمایش‌ها ممکن است شامل گرفتن عکس و یا رفتن به آزمایشگاه‌های طبی باشد.

▲ تشخیص آزمایشگاهی
آزمایش خون یکی از آزمایش‌های متداول برای تشخیص سلامتی و بیماری است. با آزمایش خون اطلاعات زیادی درباره‌ی اعمال بخش‌های مختلف بدن به‌دست می‌آید. آزمایش خون را می‌توان با هدف‌های متفاوتی انجام داد؛ مثلا با آزمایش خون می‌توان اطلاعات زیادی را درباره‌ی اعمال کبد به‌دست آورد.



◄ تصویربرداری با پرتو ایکس
استفاده از پرتو روش بسیار متداولی برای تصویربرداری است. به کمک پرتو ایکس می‌توان از استخوان تصویربرداری و مثلا میزان شکستگی آن را مشخص کرد ـ مانند این تصویر که شکستگی استخوان بازو را نشان می‌دهد. همچنین با استفاده از پرتو ایکس می‌توان از قفسه‌ی سینه تصویربرداری و در شرایط خاصی هرگونه عفونت در شش‌ها را ردیابی کرد و یا به معاینه‌ی قلب پرداخت.

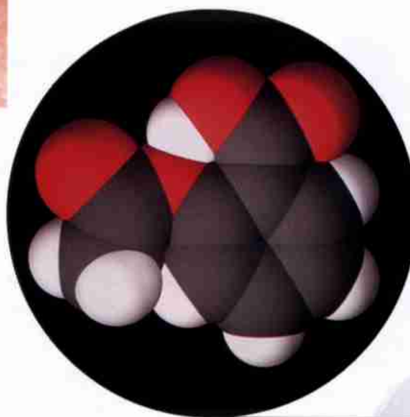
e ◄◄ پزشکی medicine

درمان

پزشکان و همکاران آن‌ها برای درمان بیماری از روش‌های مختلف درمانی استفاده می‌کنند. این روش‌ها شامل تجویز دارو، فیزیوتراپی، انجام عمل جراحی و گفتار درمانی است. برخی از روش‌های درمانی، بیش از آن که به سلامت جسمانی فرد بپردازند، متوجه درمان روانی او هستند. این روش‌ها شامل مشاوره‌هایی است که فرد را به بیان اضطراب‌ها و نگرانی‌هایش تشویق می‌کند.



▲ فیزیوتراپی
فیزیوتراپی با استفاده از شکل‌های مختلف انرژی فیزیکی مثل حرارت، تمرینات ورزشی، الکتریسیته یا انرژی صوتی انجام می‌گیرد. فیزیوتراپی با سرعت بخشیدن به بهبود ناراحتی و افزایش توان و قابلیت انعطاف، سبب درمان بیماری می‌شود. در این شکل، از امواج فراصوتی (امواج صوتی با فرکانس بالا) برای افزایش سرعت بهبود آسیبی که به زانو وارد شده است، استفاده می‌شود. انواع دیگر فیزیوتراپی شامل آب درمانی، گرما درمانی و به کار بردن دستورات مختلف غذایی است.



مدل یک مولکول آسپرین

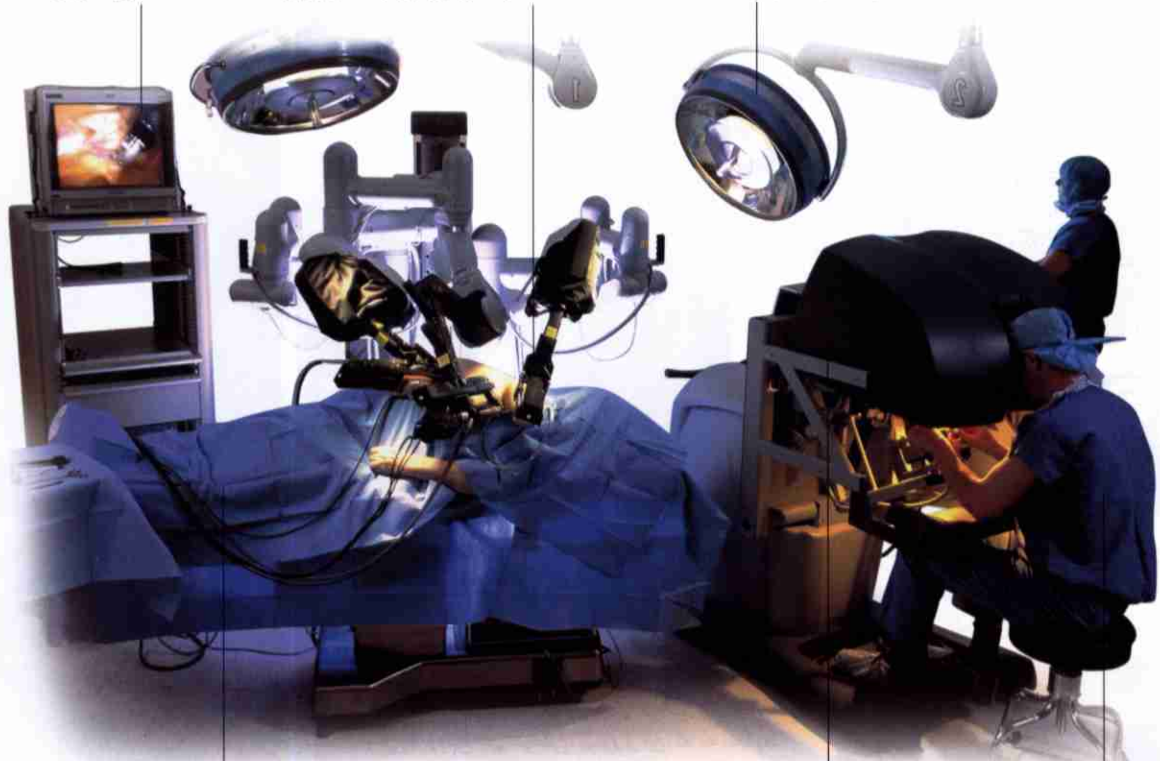
دارو درمانی ◄
استفاده از داروهای جدید از طریق اصلاح تعادل شیمیایی بدن با هدف تسکین ناراحتی‌های ناشی از بیماری، درمان و یا کنترل بیماری صورت می‌گیرد. موادی که به‌عنوان دارو مصرف می‌شوند شامل طیف وسیعی از مولکول‌های ساده مثل آسپرین تا ترکیبات پیچیده پروتئینی‌اند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ دستگاه ایمنی ۳۵۷ • سلامتی ۳۶۸-۳۶۹ • فناوری پزشکی ۳۷۴-۳۷۵ • تحقیقات پزشکی ۳۷۶

فناوری پزشکی



استفاده از فناوری‌های جدید نقش مهم و فزاینده‌ای را در پزشکی نوین ایفا می‌کند. به کارگیری **فناوری‌های بالای تصویربرداری** به پزشکان این امکان را می‌دهد تا ساختارهای درونی بدن را با جزئیات شگفت‌انگیز آن‌ها مشاهده کنند. امروزه اعمال **جراحی** روز به روز بیشتر به استفاده از پرتو لیزر، روبات‌ها و یا رایانه متکی می‌شود، طوری که وجود این نوع فناوری برای مشاهده عمل بسیار ضروری است. امروزه **اندام‌های مصنوعی** برای جایگزینی بخش‌های معیوب بدن و یا به‌عنوان کمک کننده به اندام آسیب‌دیده کاربردی روز افزون پیدا کرده است.



صفحه‌ی نمایش آندوسکوپی، محل عمل جراحی را برای دستیابی جراح نشان می‌دهد

حرکات بازوهای روبات به‌وسیله‌ی ابزارهایی که در دستان جراح قرار دارند، کنترل می‌شوند

لامپ مخصوصی که اولا شدت نور آن قابل تنظیم است و در ثانی گرمای بسیار کمی تولید می‌کند. این امر مانع از گرم شدن بیمار می‌شود

▶ **روبات‌های جراح**
در این شکل، انجام عمل جراحی قلب به‌وسیله‌ی روبات‌ها نشان داده شده است. در تمام مراحل عمل، جراح تصویری سه بعدی از عمل را در جعبه‌ی سیاه شبیه ساز مشاهده می‌کند. این سیستم امکان جراحی‌های بسیار دقیق را فراهم می‌کند، زیرا انتهای بازوهای روبات‌ها می‌توانند از شکافی به عرض فقط ۰/۵ سانتیمتر وارد قفسه سینه شوند. در این روش دستیار جراح، مراحل جراحی را به‌وسیله‌ی دستگاه‌های آندوسکوپی (لوله‌هایی مخصوصی که برای مشاهده‌ی بخش‌های درونی بدن وارد آن می‌کنند) روی صفحه‌ی تلویزیون مشاهده می‌کند.

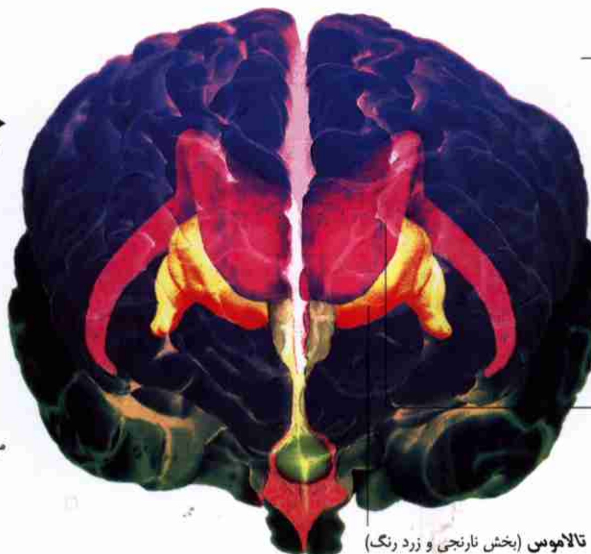
بیمار روی تخت بیهوش خوابیده است

دستگاه شبیه ساز، تصویر سه بعدی نشان می‌دهد و اعمال جراح را به روبات‌ها منتقل می‌کند

جراح با مشاهده‌ی تصویری سه بعدی از محل عمل، حرکات روبات‌ها را کنترل می‌کند

فناوری بالای تصویربرداری

روش‌های پیشرفته امکان تصویر برداری از بخش‌های مختلف بدن، با جزئیات دقیق هر بخش، را فراهم کرده‌اند. برای این کار، ابتدا با تزریق ماده‌ی رنگی به بخش مورد نظر، آن را مشخص می‌کنند. سپس با کمک پرتو ایکس و یا با استفاده از روش‌هایی که می‌توان به مدد آن‌ها عکس‌های سه بعدی تهیه کرد، تصاویر مورد نظر را تهیه می‌کنند. برخی از روش‌ها علاوه بر نشان دادن ساختار بدن، اطلاعاتی درباره‌ی فعالیت آن‌ها نیز فراهم می‌کنند. مثلا با استفاده از سونوگرافی می‌توان جریان خون را درون رگ‌ها مشاهده کرد.
به‌وسیله آندوسکوپی نیز ساختمان درونی اندام‌های بدن مستقیماً مورد مشاهده و معاینه قرار می‌گیرند.



▶ **تصویر سه بعدی از مغز** (ام.آر.آی)
این تصویر، که به وسیله فناوری پیشرفته‌ای به نام ام.آر.آی گرفته شده است، ساختمان درونی مغز را نشان می‌دهد. در این روش، بخشی از بدن که قرار است مورد معاینه قرار گیرد در یک میدان مغناطیسی قوی قرار داده می‌شود. سپس امواج رادیویی بدون ضرری آزاد می‌شوند. بعد از آن، یک رایانه با ثبت بازتابش امواج رادیویی از اندام‌های مورد نظر از آن تصویربرداری می‌کند. از فناوری ام.آر.آی اغلب برای گرفتن عکس از مغز و اندام‌های نرم استفاده می‌شود.

بطن جانبی مغز (بخش صورتی رنگ) یکی از چهار حفره‌ی مغز که از مایع پر شده است

تالاموس (بخش نارنجی و زرد رنگ)

جراحی

روش‌های جراحی دائما در حال پیشرفت هستند و هر روز روش جدیدی کشف می‌شود. سمت و سوی این پیشرفت‌ها، جراحی از طریق سوراخ‌های کلیدی است و همواره سعی می‌شود این سوراخ‌ها تا آن‌جا که ممکن است، کوچک‌تر باشند. جراحی میکروسکوپی، حوزه مهم دیگری از جراحی است. در این نوع جراحی، جراح با ابزار بسیار دقیقی می‌تواند به کار روی ساختار بسیار ظریفی مثل رشته‌ی عصبی بپردازد. وی در حین عمل جراح، محل جراحی را به‌کمک میکروسکوپ می‌بیند. امروزه با استفاده از جراحی پیوند اعضا، افرادی که دارای اندام صدمه دیده هستند می‌توانند به دریافت اندام سالم و پیوند آن به‌جای اندام آسیب دیده‌ی خود امیدوار باشند. اندام‌هایی مثل قلب، کلیه، کبد، روده‌ی کوچک و شش از اندام‌هایی هستند که پیوند آن‌ها رایج است. آن چه هم اکنون به‌عنوان مشکل وجود دارد، تعداد اندک اندام‌های اهدایی است.

جراحی چشم به کمک لیزر ◄
از پرتو لیزر به‌عنوان ابزاری برای بریدن و سوزاندن در انواع خاصی از جراحی‌ها مثل جراحی چشم استفاده می‌شود. از لیزر برای درمان نارسایی‌های شبکیه و قرنیه‌ی چشم استفاده می‌شود. همچنین از لیزر برای درمان برخی از بیماری‌های پوستی مثل لکه‌های پوستی مادرزادی و یا از بین بردن آثار خالکوبی استفاده می‌شود.

آرتروسکوپ (دستگاه مفصل بینی، نوعی آندوسکوپی برای مشاهده‌ی مفاصل)

سوند جراحی

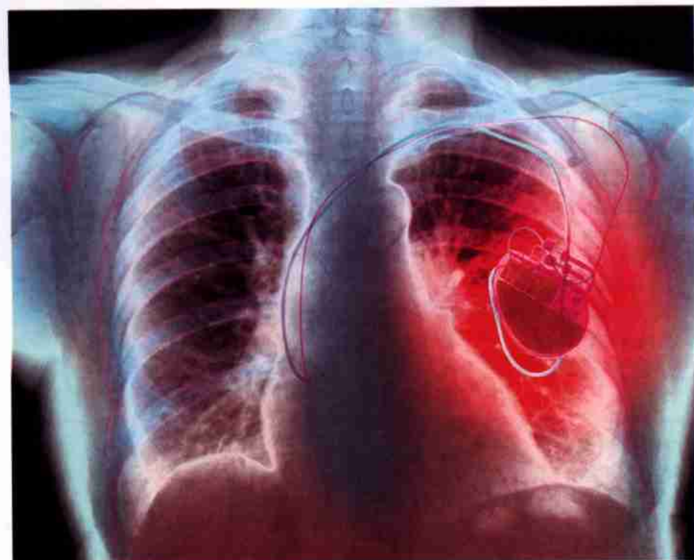
نمایشگر آندوسکوپ

غضروف زانو

◄ جراحی سوراخ کلید
در این نوع جراحی سوراخ بسیار کوچکی بر روی پوست ایجاد می‌کنند و با استفاده از دستگاه آندوسکوپی محل عمل را مشاهده می‌کنند (در این شکل، جراحی روی زانو نشان داده شده است). دستگاه آندوسکوپی، بسیار کوچک‌تر از آن‌هایی هستند که در انواع دیگر جراحی استفاده می‌شوند. اهمیت این نوع جراحی در سرعت بهبودی جراحت ناشی از عمل است.

اندام‌های مصنوعی

استفاده از اندام‌های مصنوعی در جراحی‌ها، در حال پیشرفت است. وسایلی که امروزه استفاده می‌شوند شامل مفصل‌های مصنوعی برای لگن و زانوی صدمه دیده، حلزون مصنوعی که در گوش برای کمک به شنوایی افراد ناشنوا به‌کار گرفته می‌شود و خیلی اندام‌های مصنوعی دیگر است. امروزه برای درمان آب مروارید چشم، به‌جای عدسی معیوب چشم، یک عدسی پلاستیکی می‌گذارند. همچنین در حال حاضر، دریچه‌هایی معیوب قلب را با دریچه‌های که از بافت‌های انسانی و یا حیوانی و یا پلاستیک و فلز ساخته شده‌اند، جایگزین می‌کنند.



دستگاه تنظیم کننده‌ی ضربان قلب ◄
این تصویر که به کمک پرتو ایکس تهیه شده است، یک دستگاه تنظیم ضربان قلب (ضربانساز) را نشان می‌دهد. که در زیر پوست قفسه‌ی سینه کار گذاشته می‌شود. این دستگاه‌ها برای افرادی استفاده می‌شوند که قلب آن‌ها توانایی تولید جریان الکتریکی کافی برای ایجاد ضربان را ندارند. دستگاه تنظیم ضربان از طریق سیم امواجی الکتریکی به‌درون قلب می‌فرستد. امواج الکتریکی سبب انقباض ماهیچه‌ی قلب و تنظیم ضربان آن می‌شوند.

نیز نگاه کنید به ◄◄ لیزر ۱۱۲ • روبات‌ها ۱۵۴-۱۵۵ • تحقیقات پزشکی ۳۷۶

تحقیقات پزشکی

هر ساله منابع مطالعاتی زیادی درباره‌ی بیماری‌ها و راه‌های جدید درمان آن‌ها تولید می‌شوند. تمرکز بسیاری از این مطالعات بر روی کشف داروهای جدید (مثلا برای درمان سرطان و بیماری‌های قلبی)، ساخت اندام‌های مصنوعی، تولید واکسن‌های جدید و نقش ژن‌ها در بیماری‌هاست، حوزه‌ی مطالعاتی دیگر، کار روی سلول‌های بنیادی است. سلول‌های بنیادی سلول‌هایی هستند که همه‌ی انواع سلول‌ها از آن‌ها به‌وجود می‌آیند. سلول‌های بنیادی این قابلیت را دارند که می‌توانند را در آزمایشگاه‌ها برای تولید بافت‌های مختلف انسان کِشت داده شوند تا در ترمیم اندام‌های آسیب دیده‌ی بدن استفاده شوند.

نوعی گلبول سفید خون

پروانه‌ی محرکه‌ی روبات

نانو روبات، وارد جریان خون شده است

گلبول قرمز خون

گلبول سفید خون در حال تخریب

فناوری نانو در پزشکی ◄
روزی این امکان فراهم خواهد شد تا روبات‌های بسیار کوچکی به نام نانوروبات تولید شوند و آن‌ها را برای انجام ماموریت‌های درمانی به درون بدن بفرستند. در این تصویر نقاشی شده، نانوروبات متحرکی نشان داده شده است که در حال از بین بردن یک گلبول سفید غیر طبیعی است. تحقیقات پزشکی تنها یکی از حوزه‌های مطالعاتی در زمینه‌ی فناوری نانو در آینده است.

بخش حساس، میزان سختی جسمی را که باید نگه داشته شود مشخص می‌کند و به ریزپردازنده بازخورد می‌دهد

e تحقیقات پزشکی medical technology

▲ طراحی دارو به‌وسیله‌ی کامپیوتر
محققین خلاق، اغلب از رایانه برای طراحی و ساخت داروهای جدید استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، دانشمندان از یک مدل رایانه‌ای دارو استفاده می‌کنند و چگونگی واکنش آن را در مواجهه با یک مدل محل هدف دارو در بدن، بررسی می‌کنند. محققین سپس تغییراتی روی مولکول دارو می‌دهند و داروی مجازی را کامل می‌کنند قبل از این که آن را بِسازند، دارو باید در محیط واقعی آزمایش شود.

► بیونیک
این دست مصنوعی به‌وسیله حگر کار می‌کند. این حس گرها می‌توانند تکانه‌هایی را که در ماهیچه‌ی ساعد شخص استفاده کننده ایجاد می‌شود، درک کنند. ریز پردازنده‌هایی که در دست مصنوعی تعبیه شده‌اند، تکانه‌ها را دریافت و تحلیل می‌کنند و سپس فرمان مناسب را برای بخش‌های مکانیکی دست به منظور باز و بسته شدن آن ارسال می‌کنند. مسئله مهمی که در تولید این دستگاه‌ها وجود دارد حل مشکل همکاری همزمان بافت‌های زنده و ابزار غیرزنده با یک دیگر است. یک مشکل هم پیدا کردن راه‌هایی است که بهتر بتوانند تکانه‌ها را بین رشته‌های عصبی و دستگاه الکترونیکی مبادله کنند.

چرخ گردان موتور، حرکات انگشت را کنترل می‌کند

روکش، روی باطری‌ها و ریز پردازنده را می‌پوشاند

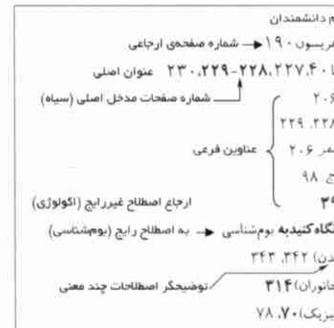
مفصل گردان، چرخش دست را ممکن می‌سازد

نیز نگاه کنید به ◄◄ صنایع شیمیایی ۵۰-۵۱ • روبات‌ها ۱۵۴-۱۵۵ • فناوری نانو ۱۵۷

نمـایـه

نحوه‌ی استفاده از نمایه

در این نمایه کلیه واژگان و اصطلاحات «غیررایج» به واژگان و اصطلاحات «رایج» ارجاع داده شده‌اند. در نتیجه، اگر دنبال مطلبی می‌گردید که در این کتاب به صورت واژه‌ی غیررایج ارائه شده است، به اصطلاح رایج ارجاع داده می شوید. مدخل اصلی حاوی مطالب اصلی با شماره صفحه‌ی سیاه نشان داده شده است. بعضی از اصطلاحات در زمینه‌ها و علوم مختلف کاربردهای مختلفی دارند که با توضیحگرها متمایز شده‌اند؛ برای مثال حرکت در بدن، جانوران و فیزیک کاربردهای متفاوتی دارد. (به نمونه‌ی زیر توجه کنید).



آ

آ. ت. پ. (ATP) ۴۷
آئرودینامیک ۹۳
آئرودینامیک اتومبیل ۶۸
آئروفویل ۹۶
آئورت ۲۹۲، ۳۵۲
آئوروژل ۵۸
آب ۱۴، ۱۶، ۱۷، **۴۰**، ۹۴، ۲۲۳، ۲۲۶، ۲۳۲، ۲۴۴، ۲۴۸، ۲۵۴، ۲۵۷
آب آشامیدنی ۴۰
آب آشامیدنی و pH ۳۳
آب اقیانوس‌ها ۲۴۲
آب باران ۴۲، ۲۱۳، ۲۳۳
آب تحت فشار ۷۵
آب خالص و pH ۳۳
آب داغ ۸۳، ۲۱۳
آب در حال جوشیدن ۴۱
آب در حالت مایع ۴۱
آب در مریخ ۱۷۸
آب درمانی ۳۷۳
آب دریا ۱۸، ۲۲۷
آب رووک ۱۴
آب سخت ۴۰
آب شور ۲۳۳
آب شیرین ۲۳۳
آب گازدار ۳۹
آب گل‌آلود ۱۸
آب مروارید چشم ۳۷۵
آب میان‌بافتی ۳۳۸
آب و هوا **۲۳۶-۲۳۷**
آب و هوای بیابان‌ها ۲۳۶
آب و هوای ساحلی ۲۳۷
آب و هوای کوهستانی ۲۲۳۷
آب و هوای معتدل ۲۳۶
آبچلیک‌ها ۳۰۳
آبدره ۲۲۷
آبسنگ‌های مرجانی ۳۲۵
آبشار ایگواچو ۲۳۲
آبشارهای آمریکای جنوبی ۲۳۲
آبشش‌ها ۲۹۲، ۳۰۰
آب‌شناسی ۲۰۵
آبفشان‌ها ۲۱۳
آبفشان‌های داغ ۸۷
آبکره **نگاه‌کنیدبه** هیدرُوسفر
آبکشی ۲۶۸
آبگیر ۳۰۷
آبگیر صخره‌ای ۳۲۶
آبگیرها ۲۸۵
آبگیرهای صخره‌ای ساحلی ۲۹۴
آب‌های راکد ۳۰۰
آب‌های زیرزمینی ۲۱۲، ۲۱۶، ۲۴۴
آب‌های سرد ۲۸۷
آب‌های سطحی **۲۳۳**، ۲۴۴
آب‌های کم عمق ۲۲۸
آب‌های کم عمق ساحلی ۲۲۹، ۲۷۵
آب‌های گرم ۸۲، ۲۲۸
آپولو ۱۷ (هفده) ۱۹۰
آپولو ۱۹۰
آتش و انرژی ۷۷
آتش و تشعشع ۸۳
آتش‌فشان‌ها ۸۷، ۱۷۵، ۱۷۸، ۱۹۸، ۲۱۰، **۲۱۲-۲۱۳**، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۳۱
آتش‌فشان‌های سپری شکل ۲۱۲
آتش‌نشانی ۱۴۷
آتول ۲۳۱
آثار حیات در قمر اروپا ۲۰۰
آثار خالکوبی ۳۷۵
آجر ۲۴۸
آچار ۶۴
آدامز، جان ۱۸۲
آدرس www ۱۵۳
آدرس وب ۱۵۳
آدرس وب سایت ۱۵۲
آدمواره **نگاه‌کنیدبه** روبات
آدنوسین تری فسفات (ATP) ۴۷
آدنین ۴۷
آذربایجان ۲۱۳
آراگون ۲۳۴
آرام‌بخشی ۲۷۹
آرانئا ۲۹۸
آرایش اتم‌ها ۳۵
آرتروز ۲۷۹
آرتروز استخوان ۳۷۰
آرتروسکوپ ۳۷۵
آرژانتین ۲۳۲
آرسنیک ۳۶، ۱۳۹، ۱۴۲
آرسیبو ۲۰۱
آرشیتکت آمریکایی ۴۴، ۴۵
آرگون ۲۷، ۲۸، ۳۷
آرمسترانگ، نیل ۱۹۰
آرنج ۳۱۴
آرواره ۳۵۸
آرواره‌ی بالایی ۳۴۰
آرواره‌ی بزرگ ۳۳۱
آرواره‌ی پایینی ۳۰۴، ۳۳۲، ۳۴۰، ۳۵۸
آرواره‌ی دایناسور ۳۳۲
آریل ۱۸۱
آزمایش خون ۳۷۳
آزمایشگاه فضایی ۱۹۴
آزمایشگاه هوش مصنوعی ۱۵۶
آزمایشگاه‌های تلفن بل ۱۳۸
آزمایشگاه‌های طبی ۳۷۳
آزمایش‌های پزشکی ۳۷۲
آزمون تصادف ۶۷
آژانس فضایی اروپایی ۱۹۵
آسپرین ۳۷۳
آستروئیده ۲۹۹
آسم ۲۵۰
آسمانِ شب ۱۶۷
آسمانِ قطب جنوب ۱۷۶
آسیا ۲۴۶، ۲۷۰، ۲۷۶
آسیاب‌های‌آبی ۹۲، ۱۳۷
آسیب به گیاهانِ کشاورزی ۲۷۷
آسیب‌شنوایی ۱۰۲
آسیب ناشی از باران اسیدی ۳۲
آشپزی و امواج مایکروویو ۹۹
آغازیان ۲۵۴، ۲۸۵، ۳۷۱
آفتاب ۱۸۵
آفتاب و گیاهان ۲۷۴
آفتاب پرست‌ها ۳۲۰
آفتاب سوختگی ۲۷۹
آفتابگردان‌ها ۲۵۴، ۲۶۵، ۲۷۲
آفت‌کش‌ها ۲۷۷
آفت‌ها ۲۷۶، ۲۷۷
آفریقا ۲۰۹، ۲۱۹، ۲۴۷، ۳۲۲
آفریقای استوایی ۲۷۹
آکوستیک **۱۰۶**
آکنه ۳۶۷
آکوادور ۳۳۴
آلات موسیقی ۱۰۴-۱۰۵
آلاسکا ۲۱۴
آلاله ۲۵۷
آلایش **نگاه‌کنیدبه** دوپینگ
آلاینده‌ها ۲۹، ۲۵۰
آلپ ۲۱۴
آلترناتور ۱۳۷
آلتوکومولوس ۲۴۲
آلدرین، باز ۱۹۰
آلفا ۸۴
آلمان ۱۳۴
آلنیتاک ۱۶۷
آلوئه‌ورا ۲۷۹
آلوئین ۲۷۹
آلوتروپ ۴۴
آلودگی **۲۵۰**، ۲۵۱
آلودگی‌آب ۲۵۰
آلودگی اتفاقی ۲۵۰
آلودگی منابع آب ۶۰
آلودگی وگازهای ناخواسته ۹۲
آلودگی هوا ۲۵۰، ۳۲۹
آلودگی هوا و موتورها ۹۳
آلومینیوم ۲۳، ۲۷، ۷۵، ۸۳
آلومینیوم جامد ۲۳
آلومینیوم مایع ۲۳
آلیاژها ۳۴، ۳۵
آلینلام ۱۶۷
آمازون ۲۷۹
آمبولانس ۱۴۷
آمپلی‌فایر (تقویت کننده) ۱۰۸
آمپلی‌فایر الکترونیک ۱۰۵
آمتیست ۲۱۶
آمریکا ۲۸۰
آمریکای جنوبی ۲۰۹، ۲۱۴، ۲۴۷، ۲۷۹، ۲۸۰-۳۱۹، ۳۲۵
آمریکای جنوبی و جریان هامبولت ۸۲
آمریکای شمالی ۲۴۶
آمریکایی‌ها و فضانوردان ۱۹۰
آمفی‌تئاتر کاسه‌ای شکل هالیوود ۱۰۶
آموزش بهداشت ۳۷۲
آمونیاک ۱۷۹، ۱۸۱، ۱۸۲
آمونیت ۲۲۰، ۲۹۱
آمیب ۲۵۴، ۲۸۵
آمیلاس ۴۶
آناتومی جانوران **۲۹۲-۲۹۳**
آناتومی گیاهان **۲۵۶**
آنالوگ ۱۴۶
آنتراسیت ۲۴۹
آنتلوپ ۲۴۷
آنتن ۱۴۴
آنتن رادیویی ۱۴۲، ۱۸۷
آنتن فرستنده ۱۴۳
آنتن مقعر ۱۸۷
آنتن‌های بشقابی ۱۸۹، ۱۹۸، ۲۰۰
آنتوزوا ۲۹۴
آنتی‌بادی ۴۶، ۳۵۸
آنتی بیوتیک ۲۸۳
آند ۲۱۴، ۲۵۰، ۳۲۵
آندوسکوپی ۵۴، ۳۷۴
آنزیم‌ها ۲۷۸، ۳۱۳، ۳۵۸
آنزیم‌های گوارشی ۴۶، ۳۱۳، ۳۵۹
آنژین صدری ۲۷۹
آنفلوانزا ۳۷۱
آنوفل ۲۸۵
آوازهای جفت‌یابی ۳۰۷
آوند آبکشی ۲۵۶، ۲۵۷
آوند چوبی ۲۵۶، ۲۵۹
آوندها ۴۱
آوندهای انتقال دهنده ۲۵۶
آونگ ساعت و حرکت ۷۰
آهک ۲۱۶، ۲۱۸
آهن ۵۴، ۸۰، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۷۶، ۱۷۸، ۱۸۴، ۲۰۴
آهن جامد ۱۷۷
آهن خالص ۱۳۲
آهن نیمه جامد ۱۷۷
آهنربا ۱۳۲، ۱۳۳، ۲۰۷
آهنربای الکتریکی ۶۰، ۱۳۴، ۱۳۶
آهنربای الکتریکی چرخانی ۱۳۶
آهنربای نعل اسبی ۱۳۲
آهنربایی ۱۳۲
آهوها ۳۱۴
آهوی آفریقایی ۳۲۵
آهیانه‌ی راست ۳۴۰
آیبو ۱۵۶
آیدا ۱۸۴
آینشتاینیوم ۲۳
آیو (قمر) ۱۶۱، ۱۷۹
آیینه‌ها ۱۱۷، ۱۳۱
آیینه‌ها و بازتاب ۱۱۳
آیینه‌ها و بازتاب گرما ۸۳
آیینه‌ها و تلسکوپ ۱۱۷
آیینه‌های اصلاح ۱۱۳
آیینه‌های بغل اتومبیل ۱۱۳
آیینه‌های پرتوهای نور خورشید ۲۵۱
آیینه‌های قوس‌دار ۸۳
آیینه‌های قوس‌دار و گرما ۸۳
آیینه‌های محدب ۱۱۳
آیینه‌ی کاو **نگاه کنیدبه** آیینه‌ی محدب
آیینه‌ی گوژ **نگاه کنیدبه** آیینه‌ی مقعر
آیینه‌ی محدب ۱۱۳
آیینه‌ی مقعر ۱۱۳

الف

ابرِ آتش‌فشانی ۱۸
ابرِ بزرگ‌ماژلانی ۱۶۵، ۱۶۹
ابرِ توفانی ۲۴۵
ابرِ غباری ۱۸تصویر
ابرِ قارچ انفجار هسته‌ای ۸۵
ابرِ قارچِ شکل ۸۵
ابرِ کومولونیمبوس ۲۴۳
اَبَرخوشه ۱۶۵
ابررایانه‌ها **۱۵۱**، ۲۳۹
ابررسانا‌ها ۱۳۰
اَبَرغول ۱۶۶، ۱۶۸
ابرقاره ۲۰۸، ۲۰۹
ابرکامپیوترها **نگاه‌کنیدبه** ابررایانه‌ها
ابرنواختر **نگاه‌کنیدبه** سوپرنووا

ابرها ۷۶، ۲۳۸، ۲۳۹، **۲۴۲**، ۲۴۴
آبرهادی‌ها **نگاه کنیدبه** ابررسانه‌ها
ابرهای اثورت ۱۸۴، ۱۸۵
ابرهای بین‌ستاره‌ای ۱۶۸
ابرهای توفان‌زا ۲۴۳، ۲۴۵
ابرهای توفانی ۱۸۲
ابرهای صاعقه‌زا ۷۶
ابرهای کومولونیمبوس ۲۴۲
ابرهای گاز ۱۶۰
ابرهای گاز و غبار ۱۸۵
ابریشم ۵۶
ابزار ساده و نیرو ۸۸
ابزارهای ستاره‌شناسی ۱۸۶
ابسیدین ۲۱۹
ابط‌الجوز ۱۶۷
اُپتوالکترونیک ۱۳۸
اپیدیدیم ۳۶۲
اپیگلوت ۳۵۵
اتاق ضدپژواک ۱۰۷
اتاق کنترل تلسکوپ ۱۸۶
اتاق ماگما ۲۱۲
اتاق مرده ۱۰۷
اتاقک‌های اکسیژن در گیاهان ۲۷۴
اتاقک‌های هواپیماها و فشار هوا ۷۵
اتحاد جماهیر شوروی سابق ۱۸۹
اتصال به اینترنت ۱۵۲
اتصال رادیویی ۱۵۲
اتصال رایانه‌ها ۱۵۲
اتصال عصب و ماهیچه ۳۴۳
اتصال‌های عمده‌ی فیبر نوری ۱۴۷
اتلاف انرژی ۷۸
اتلانتیس ۱۹۱
اتم باثبات ۸۵
اتم بی‌ثبات ۸۴، ۸۵
اتم کربن ۴۴ تصویر
اتم گوگرد ۲۵ تصویر
اتمسفر ۱۶۱، ۲۰۴، **۲۳۴**، ۲۳۸
اتمسفر ابری ۱۷۵
اتمسفر اولیه‌ی زمین ۲۰۶
اتمسفر خورشید ۱۶۱، ۱۷۰
اتمسفر زمین ۸۱، ۱۹۴، ۱۹۶
اتمسفر زمین و سرامیک ۵۵
اتمسفر زهره ۱۷۵
اتمسفر عطارد ۱۷۴
اتمسفر فعال ۱۷۶
اتمسفر مریخ ۱۹۹
اتمسفر مشتری ۱۷۹
اتمسفر مه‌آلود ۲۰۶
اتم‌ها ۱۱، **۲۴-۲۵**، ۲۸، ۳۵، ۱۲۶، ۱۵۷، ۱۶۲
اتم‌های آهن ۸۳
اتم‌های کربن ۴۵، ۴۶
اتم‌های منظم ۲۱۷
اتم‌های هندسی ۲۱۷
اتوبان و کاهش صدا ۱۰۷
اتوبوس‌های برقی ۱۳۶
اتولیت ۳۴۷
اتومبیل‌ها ۵۰، ۹۲، ۹۳
اتومبیل‌ها با سوخت هیدروژنی ۳۸
اتومبیل‌ها و آیینه ۱۱۳
اتومبیل‌ها و حرکت ۷۰
اتومبیل‌ها و قدرت ۷۹
اتومبیل‌ها و کربن ۴۹
اتومبیل‌ها و مرکز ثقل ۷۲
اتومبیل‌های اسمارت **نگاه کنیدبه** اتومبیل‌های هوشمند
اتومبیل‌های خورشیدی ۹۳
اتومبیل‌های هوشمند ۵۷
اتومبیل‌های الکتریکی ۹۳
اتومبیل‌های برقی ۹۳
اتومبیل‌های دوگانه‌سوز ۹۳
اتیل بوتانوات ۴۸
اتیلت ترا فلوئورو اتیلین (ETFE) ۵۲
اثر گلخانه‌ای ۱۷۵، ۲۵۰
اثر مغناطیسی ۱۳۳
اثرات ویژه‌ی دیجیتال ۱۲۰، ۱۲۱
اجتماع زیستی دریایی ۳۲۵
اجتماع‌های زیستی **۳۲۵**
اجتناب از عادات مضر ۳۶۸
اجزا ۱۳۸
اجسام ساکن ۶۶
اجسام ساکن و انرژی ۷۷
اجسام متحرک ۶۷
احتراق و انرژی ۷۷
احساس جهت در گیاهان ۲۷۲
احساس درد ۳۴۵
احساس سرما ۳۵۱
احساس گرما ۳۵۱
اخبار زنده ۱۴۴
اختراعات،
باتری ۱۲۹
تلسکوپ شکستی ۱۱۷
تلویزیون ۹۸
دستگاه تقویت سیگنال‌های الکتریکی ۱۳۸
دستگاه نمایش فیلم ۱۲۰
رادیو ۹۸، ۱۳۴
سینماتوگراف ۱۲۰
موتور ژنراتور ۱۳۶
میکروسکوپ ۲۸۵
اخترشناسان ۱۶۰، ۱۶۹، ۱۷۹، ۱۸۱، ۱۸۵، ۱۸۶، ۲۰۱
آمریکایی ۲۰۱
انگلیسی (آلمانی تبار) ۱۸۱
ایتالیایی ۱۷۹
سلطنتی ۱۸۵
چینی ۱۶۹
قدیم ۱۸۶
اخترشناسی **۱۸۶**
اخترشناسی رادیویی ۱۸۶
اخترفیزیکدان ۱۷۶
اختصاصی شدن اندام‌ها برای بقا ۳۲۸
اختلاط رنگ‌ها ۱۲۳
اختلاف منظر ۱۶۶
اختلال پیام‌های رادیویی ۱۷۱
اختلالات ژنتیکی ۳۷۰
اختلالات هورمونی ۳۷۰
ادرار ۳۰۷، ۳۳۸، ۳۶۱
ادرار و مرزهای قلمروی جانور ۳۲۴
ارتباط **۳۱۸-۳۱۹**
تلفنی ۱۴۶
جانوران ۳۱۸
رادیویی ۱۴۷
گرگ‌ها ۳۱۸
میکروویو ۱۴۶
ارتباط راه دور **نگاه کنیدبه** مخابرات راه دور
ارتباطات درون شبکه‌ای ۱۵۰
ارتعاش ۱۰۴، ۱۰۵، ۳۵۰
ارتفاع از سطح دریا ۲۳۶
ارتفاع و فشار هوا ۷۵
اردکسانان ۳۰۳
ارشمیدس ۹۴
ارقام دو-دویی ۱۵۳
ارکستر ۱۰۶
ارکلون ۳۳۰
اروپا (قمر) ۱۶۱
اروپا ۱۷۹، ۲۴۶
اروس (قمر) ۱۸۴، ۱۹۸
ازت **نگاه کنیدبه** نیتروژن
ازون ۲۰۴، ۲۳۴
اژدهای کومودو ۳۰۲
اسب ۶۷، ۳۱۵
اسب آبی ماده ۳۰۹
اسب ماهی‌ها ۳۰۸
اسب‌های آبی ۳۰۹
اسپاگتی شدن (در فضا) ۱۶۹
اسپرم ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۳۸
اسپرم سازی ۳۵۶، ۳۶۲، ۳۶۷
اسپری کردن رنگ و الکتریسیته‌ی ساکن ۱۲۶
اسپری‌ها و کلروفلوئوروکربن‌ها ۲۳۴
اسپوروفیت ساقه‌دار ۲۶۱
اسپونژین ۲۹۴
اسپیراکل ۲۹۳
اسپیکول ها ۲۹۴
استادیوم فوتبال ۲۴
استارداست ۵۸
استپ‌های مغولستان ۲۴۶
استتار ۳۲۰
استتار گیاهان ۲۷۴
استخراج روغن خوشبو ۲۸۰
استخراج طلا ۲۰، ۳۴
استخراج معادن ۲۴۹
استخراج موادمعدنی ۲۴۹
استخراج نمک ۵۰
استخوان‌ها ۳۱۴، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۶۶، ۳۶۷
انگشت پا ۳۴۰
بازو ۳۲۸، ۳۴۰
پاشنه‌ی پا ۳۴۰
پس سری ۳۴۰
پیشانی ۳۴۰
جمجمه ۳۴۵
خاجی ۳۴۰
دراز ۳۱۴
ران ۳۴۰
ساعد ۳۲۸
شرمگاهی ۳۳۱، ۳۶۳
کامپوسیتی ۵۷
کتف ۳۲۸
کف پا ۳۴۰
کف دست ۳۴۰
گونه ۳۴۰
گیجگاهی چپ ۳۴۰
لگن ۳۴۰، ۳۶۱
لگن مادر ۳۶۳
مچ ۳۶۶
مهره ۳۶۷
استخوان بندی درونی ۲۹۲
استخوان بندی **نگاه کنیدبه** اسکلت
استخوان‌های
اسفنجی متراکم ۳۱۴
اسکلت ۳۳۸
انگشت ۳۲۸
پرندگان ۳۰۳
توخالی ۳۰۳
تهیگاهی ۳۳۱
چهره ۳۴۰
ساعد ۳۲۸
سر ۳۴۰
شرمگاهی ۳۳۱
شکسته و گیره‌ی فلزی ۱۲
گوش میانی ۳۴۷
لگن ۳۳۱
مچ ۳۴۰
نشیمنگاهی ۳۳۱
استخوانی شدن ۳۶۶
استدلال کردن ۳۳۹
استر ۴۸
استراتوس ۲۴۲
استراتوسفر ۲۳۴، ۲۳۵
استراحتگاه‌های زمستانی جانوران ۳۲۳
استرالیا ۲۰۱، ۲۰۶، ۲۱۵، ۲۲۵، ۲۴۷، ۳۰۴، ۳۲۹
استروژن ۳۵۶
استروماتولیت ۲۰۱
استقامت مواد ۵۷
استگوساروس ۳۳۰
استنوسفر ۲۰۷
استوا ۲۰۵، ۲۳۶
استودیوی تلویزیون ۱۴۴
استودیوی صدا ۱۲۱
استودیوی ضبط ۱۰۸، ۱۲۱
استودیوی فیلمبرداری ۱۲۰
اسطرلاب ۱۸۶
اسطوخودوس ۲۸۰
اسفنج لوله‌ای ۲۹۴
اسفنج‌ها ۲۹۲، **۲۹۴**
اسفنکتر پیلور ۳۵۹
اسکلت ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۳۸، ۳۴۰، ۳۴۵، ۳۶۶
اسکاتلند ۲۳۳
اسکلت انسان ۳۴۰
اسکلت بیرونی ۲۹۳، ۳۱۰، ۳۱۵
اسکلت بیرونی سخت ۲۹۱
اسکلت بیرونی مفصل‌دار ۲۹۶
اسکلت خارجی سخت ۳۳۳
اسکلت داخلی ۲۹۲، ۳۰۰
اسکلت هترودونتوساروس ۳۳۲
اسکلت‌های آهکی ۲۳۱
اسکلت‌های کامل دایناسورها ۳۳۲
اسکن ام آر آی ۱۳۳
اسکن با فراصوت ۱۰۳
اسکنرهای پزشکی ۱۳۰
اسکوئید ۳۲۰
اسکوئید باله بزرگ ۳۱۹
اسکواماتا ۳۰۲
اسکوربوت ۳۷۰
اسکولوم ۲۹۴، ۲۹۹
اسکیمو ۲۲۶
اسکینک درختی ۳۲۰
اسلاید ۱۱۹
اسلاید پلاستیکی ۱۱۹
اسمیت، ویلیام ۲۲۰
اسنفج‌های آهکی ۲۹۴
اسید آمینه ۴۶، ۴۷، ۲۸۴
اسید چرب ۳۷۰
اسید دی اکسی ریبو نوکلئیک (DNA) ۴۷
اسید سولفوریک ۳۲، ۳۳، ۳۶، ۱۲۹، ۱۷۵
اسید سیتریک ۳۲
اسید کاربوسیلیک ۴۸
اسید کلریدریک ۳۲، ۳۵۹
اسید متانوئیک ۳۳
اسید نیتریک ۴۲
اسیدها **۳۲-۳۳**
اسیدهای قوی ۳۲
اشعه X **نگاه کنیدبه** پرتو ایکس
اشعه ایکس **نگاه کنیدبه** پرتو ایکس
اشعه **نگاه کنیدبه** پرتو
اشعه‌ی کاتد ۱۴۴
اشمیت، سرنان ۱۹۰
اشمیت، هریسون ۱۹۰
اشیاء دوردست و تلسکوپ ۱۱۷
اشیاء غیرشفاف و نور ۱۱۰
اشیاء مات و نور ۱۱۰
اشیاءنورانی ۱۱۱

اشیاء نیمه شفاف و نور ۱۱۰
اصطکاک **۶۸**
اصطکاک ناشی از مقاومت هوا ۸۱
اصطلاحات و نمادهای جریان الکتریکی ۱۲۹
اصل ارشمیدس ۹۴
اصلاح ژن‌ها ۲۷۸
اصوات موسیقیایی **۱۰۴**
اضطراب ها ۳۷۳
اطلاعات در رایانه ۱۴۸
اطلاعات شیمیایی ۳۰۱
اطلاعات هواشناسی ۲۳۹
اعراب مسلمانان و صورت فلکی ۱۶۷
اعصاب ۳۳۸
اعضای خانواده‌ی جانوران ۳۲۴
اعماق دریا ۳۱۲
اعماق زمین ۲۱۹
اعماق زمین و انرژی ۸۷
اعماق زمین و سوخت ۸۶
اعمال ارادی ۳۴۴
اعمال غیرارادی ۳۴۴
اعمال قشر مخ ۳۴۵
افراشته ایستادن گیاهان ۲۵۹
افزایش زمان نگه‌داری مواد غذایی ۲۷۸
افزایش سن ۳۶۷
افزایش طول ۳۶۸
افزایش طول قد ۳۶۶
افزایش ممان ۶۴
افزایش وزن ۳۶۸
افشاندن آفت کش‌ها ۲۷۷
افق خاک ۲۲۴
اقلیم ۲۳۶
اقیانوس آرام ۲۲۸، ۲۴۱
اقیانوس اطلس ۲۰۹، ۲۲۸
اقیانوس پانتالاسا ۲۰۹
اقیانوس عمیق آزاد ۲۲۸
اقیانوس منجمد جنوبی ۲۲۸
اقیانوس منجمد شمالی ۲۲۸
اقیانوس هند ۲۲۸، ۲۳۱، ۲۴۱، ۲۴۷، ۳۳۴
اقیانوس‌شناسان ۲۳۰
اقیانوس‌ها ۴۰، ۹۴، ۱۰۷، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۲۴،۲۲۶، ۲۲۷، **۲۲۸-۲۲۹**، ۲۳۰، ۲۴۲، ۲۴۷، ۳۳۰
اولیه ۲۰۶
آزاد ۲۲۸، ۲۲۹
و اتمسفر ۲۰۶
و امواج ۹۸
و انرژی ۸۷
و بازتاب صوت ۱۰۶
و جریان همرفت ۸۲
و فشار ۷۴
اکسیژن **۳۹**
اکولوژی **نگاه کنید به** بوم‌شناسی
اکالیپتوس ۲۶۵
اکتشاف به کمک سونار ۱۰۷
اکتشافات زیراقیانوسی ۱۵۴
اکتشافات فضایی ۱۹۱
اکتوترمی **نگاه کنید به** خون‌سرد
اکسوفر ۲۳۵
اکسون ۳۴۴
اکسید ۵۴
اکسید آهن ۳۰، ۱۷۸، ۲۱۸
اکسید بورون ۵۴
اکسید سرب ۱۲۹
اکسید نیتروژن ۴۲، ۲۵۰
اکسیژن ۲۸، ۲۹، ۱۷۶، ۱۸۸،۲۰۴، ۲۲۳، ۲۵۴،۲۵۸،۲۷۳،۲۷۵،۲۸۶،۳۳۸،۳۵۲، ۳۵۴، ۳۵۵
اکسیژن و زنده ماندن ۳۹
اکوسیستم ۳۲۶
اکیدنه ۳۲۹
اکیدنه‌ی پوزه‌کوتاه ۳۲۹
اکینوئیده ۲۹۹
اگرالوپیتکوس هابیلیس ۳۳۰
اگزوسفر ۲۳۴
الاسموساروس ۳۳۰
التهاب پرده‌ی مغز و نخاع ۳۷۱
الجزایر ۲۱۱
العنام ۲۱۱
القا ۱۳۵
القاکننده‌ها ۱۵۹
القای الکتریسیته‌ی ساکن ۱۲۶
الکترومغناطیس **۱۳۴-۱۳۵**، ۱۶۱
الکترونیک **۱۳۸**، ۱۳۹
الکترونیک دیجیتال **۱۴۰**، ۴۰
الکترونیک نوری ۱۳۸، ۱۳۹
الکتریسیته ۷۶، ۸۳، ۸۵، ۹۳، ۱۰۸، ۱۱۲، **۱۲۶**، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۴۳، ۱۴۴، ۲۴۳
الکتریسیته جاری ۱۲۶، ۱۲۷
الکتریسیته ساکن ۱۲۶
الکترود ۱۲۹
الکترود ساطع کننده ۱۳۹
الکترولیت ۵۰، ۱۲۹
الکترولیت قلیایی ۱۲۹
الکترون ۸۴، ۱۲۶، ۱۳۰، ۱۳۹
الکترون‌های آزاد ۱۳۰
خورشیدی ۱۳۱
در خانه ۱۲۸
در فضا ۳۶
ساکن ۷۶، ۱۲۶
و حرکت ۷۰
و صدا ۱۰۵
الکتریکی خنثی ۱۲۶
الکتکس ۵۹
الکل (اتانول) ۲۵۱
الکل ۴۸، ۲۸۲، ۳۶۹
الکل سفید ۵۰
الکل‌ها و کربن ۴۸
الگوهای بلور ۱۳
الگوهای خاموش-روشن ۱۴۰
الگوهای ستاره‌ها ۱۶۷
الماس ۱۳، ۴۴، ۲۱۷
الوار ۲۸۰
الوار برای ساختمان‌سازی ۲۸۰
الواربرداری جنگل‌ها ۱۸۹
الیاف ۲۸۱
نوری ۵۴
جانوری ۵۶
طبیعی ۲۸۰، ۲۸۱
گیاهی ۵۶، ۳۶۹
الیترا ۲۹۷
ام آر آی ۱۳۳، ۳۷۴
ام‌پی‌تری (MP3) ۱۰۹
امبریل ۱۸۱
امواج ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹
امواج S ۹۹
امواج اقیانوسی ۹۸
امواج الکترومغناطیس ۸۲، ۸۳، ۱۱۱
امواج الکتریکی ۳۷۵
امواج انرژی **۹۸**
امواج اولتراسونیک **نگاه کنید به** امواج فراصوتی
امواج بازتابی ۱۰۳
امواج تاب خورده‌ی نور ۱۴۴
امواج جزر و مدی ۱۴
امواج رادار ۱۹۸
امواج رادیویی ۱۳۳، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۶۱، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۹، ۱۹۶، ۲۰۰، ۲۳۴، ۲۳۹، ۳۷۴
امواج زلزله‌ای ۲۰۶، ۲۱۱
امواج سیسمیک **نگاه کنید به** امواج لرزه‌ای
امواج صوتی ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۳۱۷، ۳۴۷
امواج فراصوتی ۱۰۳، ۱۰۷، ۳۶۳، ۳۷۳
امواج فروسرخ ۱۹۷
امواج گرمایی ۱۹۶
امواج لرزه‌ای ۹۸، ۹۹، ۲۱۰
امواج نامرئی ۱۸۷
امواج نوری ۱۴۴
امواج سینوسی ۹۸
امواج صوتی ۱۴۰
امولسیون ۱۸
امولسیون حساس به نور ۱۱۹
امیتر ۱۳۹
انبر و اهرم ۸۸
انبردست و اهرم ۸۸
انبساط ۱۵
انبساط کیهان ۱۶۰
انتخاب طبیعی ۳۲۸، ۳۲۹
انتشار بدون دانه ۲۶۲
انتشار گرده‌ها با باد ۲۶۷
انتقال اطلاعات بین مغز و اعصاب نخاعی ۳۴۵
انتقال الکتریسیته ۱۳۵
انتقال به سرخ ۱۶۲، ۱۶۳
انتقال بیماری‌ها ۳۷۱
انتقال ژن ۲۷۸
انتقال گرما **۸۲**
انتقال نور ۱۱۰
انتقال نیرو ۹۱
انجماد ۱۶
اندازه‌گیری امواج ۹۸
اندازه‌گیری تعداد نبض ۳۶۸
اندازه‌گیری سرعت ۷۰
اندازه‌گیری فشارخون ۳۷۲
اندازه‌گیری فشارهوا ۲۳۵
اندازه‌گیری مغناطیس ۱۳۳
اندازه‌ی بدن ۲۹۰
اندازه‌ی ذرات ۱۸
اندازه‌ی ستاره‌ها ۱۶۶
اندام آسیب دیده ۳۷۴
اندام حرکتی ۳۲۸
اندام زایشی ۲۸۵
اندام مکنده ۲۷۰
اندام نورافشان ۲۹۶
اندامک‌ها ۲۹۳، ۳۳۹
اندام‌ها ۳۳۸، ۳۳۹
اندام‌های اهدایی ۳۷۵
اندام‌های تناسلی ۳۶۷
اندام‌های تولیدمثل گیاه ۲۶۵
اندام‌های جنسی حشرات ۲۹۷
اندام‌های حسی ۲۹۰
اندام‌های زایشی ۲۸۵
اندام‌های مصنوعی ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶
اندام‌های نرم ۳۷۴
اندوترمی ۳۰۳
اندونزی ۲۴۹
اندیو ۱۹۱
انرژی ۱۷، ۴۶، ۴۷، **۷۶**، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۵، ۸۶، ۹۲، ۹۳، ۹۸، ۱۰۰، ۱۰۸، ۱۱۱، ۱۳۱، ۱۶۳، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۹، ۲۳۰، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۱، ۲۵۴، ۲۷۶، ۲۹۰، ۳۲۷
انرژی آزادشده ۴۶
انرژی الکترومغناطیسی ۹۸
انرژی الکتریکی ۸۷، ۱۰۸، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۷
انرژی باد ۱۳۷
انرژی پاک ۸۵
انرژی پتانسیل ۷۶، ۸۵
انرژی پتانسیل الکتریکی ۷۶
انرژی پتانسیل شیمیایی ۷۷
انرژی پتانسیل گرانشی ۷۶
انرژی تاریک ۱۶۰
انرژی تجدیدپذیر ۸۶، ۸۷
انرژی جنبشی ۷۶، ۷۷، ۸۰
انرژی خورشیدی ۸۳، ۸۶، ۲۴۴، ۲۵۱، ۲۵۸
انرژی ذخیره شده ۷۶
انرژی زمین‌گرمایی ۸۶، ۸۷
انرژی شیمیایی ۷۶، ۷۷، ۸۶، ۱۲۹
انرژی صوتی ۷۷، ۱۰۰
انرژی گرانشی مشتری ۲۰۰
انرژی گرمایی ۷۷، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۷، ۹۹
انرژی نورانی ۱۱۰
انرژی نوری ۷۷، ۸۳
انرژی و اعماق زمین ۸۷
انرژی و تشعشع ۱۶۱
انرژی و صرفه‌جویی ۶۰
انرژی هسته‌ای ۸۴، **۸۵**
انسان ۱۶۳
انسولین ۳۵۶
انطباق عدسی چشم ۳۶۷
انعقاد خون ۳۵۳، ۳۵۹
انعکاس‌ها ۳۴۵
انعکاس ساده ۳۴۵
انعکاس صدا ۱۰۷
انفجار اثرات ویژه (SFX) ۲۹
انفجار بزرگ **۱۶۲**
انفجار هسته‌ای ۸۵
انقباض ماهیچه‌ای ۳۵۹
انقباض ماهیچه‌های روده ۳۴۳
انقباض ماهیچه‌ی حلقوی ۳۴۸
انقباض ماهیچه‌ی دیافراگم ۳۵۵
انقباض ماهیچه‌ی قلب ۳۷۵
انقباض موجی ماهیچه‌ها ۳۱۵
انقباض موزون ۳۱۵
انقراض **۳۳۴**
انقراض در اثر شکار ۳۳۴
انقراض گونه‌ها ۲۲۰
انقراض‌های گروهی ۳۳۴
انکسار **نگاه کنید به** شکست
انگشت ۳۲۸، ۳۴۰
انگشت پرده‌دار ۳۱۴
انگشت شست ۳۲۸
انگشتان ۳۱۴
انگل سبز ۲۷۰
انگل کامل ۲۷۰
انگل مالاریا ۲۸۵
انگلستان ۲۸۰، ۳۱۸
انگل‌ها ۲۹۵، ۳۰۵، ۳۲۵
انگورهای پوشیده از مخمر ۲۸۲
انواع ابر ۲۴۲
انواع برگ ۲۵۶
انواع ملکول ۲۸
انیمیشن ۱۲۱
اوبرون ۱۸۱
اوران اوتان‌ها ۴۶
اورانوس ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۸۱**
اوربیتر **نگاه کنید به** مدارگرد
اورستد، هنس کریستین ۱۳۴
اورنی تیسکین ۳۳۱
اوریون ۳۷۱، ۳۷۲
اولیمپوس مونس (کوه‌های اولیمپوس) ۱۷۸
اولین سینما ۱۲۰
اولین مصرف کننده ۳۲۷

اولیوم ۳۶
اویداکت‌ها ۳۰۹
اویسترها ۲۹۹
اهرم‌ها ۸۸، ۸۹
اهله‌ی قمر ۱۷۷
اهم، گئورگ ۱۲۹، ۱۳۰
ایالات متحده ۲۴۱، ۲۴۸، ۲۸۱
ایالت آریزونای ۱۸۴، ۲۲۲
ایالت کالیفرنیا ۲۱۱
ایالت گوانگ‌سیچین ۲۲۳
ایالت واشینگتن ۲۱۳
ایالت یوتای ۲۲۲
ایتالیا ۲۴، ۲۳۲
ایجاد ارتباط ۳۱۸
ایدز ۳۷۱
ایرانیان مسلمان و صورت فلکی ۱۶۷
ایزوبار **نگاه کنید به** خطوط هم‌فشار
ایستگاه انرژی خورشیدی ۲۵۱
ایستگاه سالیوت ۱۹۴
ایستگاه فضایی میر ۱۹۴
ایستگاه‌های فضایی ۱۹۰، **۱۹۴**
ایستگاه‌های فضایی بین‌المللی ۱۹۳، **۱۹۴**، ۱۹۵
ایستگاه‌های زمینی برنامه‌های تلویزیونی ۱۴۴
ایستگاه‌های فرعی ولتاژ ۱۳۱
ایستگاه‌های هواشناسی ۲۳۹
ایشتار ترا ۱۷۵
ایگوانای دریایی ۳۲۹
ایگولنای سبز ۳۰۲
ایمنی دکلهای برق ۱۳۱
ایمنی و مواد شیمیایی ۳۳
ایمیل **نگاه کنید به** پست الکترونیکی
اینترنت **۱۵۲**، ۱۵۳
ایندیوم ۱۳۹
اینرسی ۶۶، ۶۷
اینشتین، آلبرت ۷۳

ب

باتری ۹۳، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۶
باتری‌های اتومبیل ۱۲۹
باتری‌های چراغ قوه ۱۲۹
باتری‌های خورشیدی ۸۷، ۱۹۰، ۱۹۷، ۱۸۹، ۱۹۴
باتری‌های رایانه‌ای ۱۵۷
باتری‌های نیکل-کادمیم ۱۲۹
باتلاق‌ها ۲۴۶، ۲۷۱
باتلاق‌های شور ۲۷۵
باتلاق‌های مانگرو ۲۹۶
باد ۲۲۲، ۲۲۵، ۲۲۷، **۲۴۰**، ۲۴۸، ۲۷۶
باد و گرده‌افشانی ۲۶۶، ۲۶۷
بادبان ۹۵
بادخورک سانان ۳۰۳
بادکردن لاستیک وسایل نقلیه و فشارهوا ۷۴
بادکش‌ها ۲۹۵، ۲۹۹، ۳۰۵
بادها ۲۳۵، ۲۴۱
بادهای خورشیدی ۱۷۱، ۱۸۵
بادهای سرد ۲۴۰
بادهای سرد و گیاهان ۲۷۴
بادهای شدید و کانیون برایس ۲۲۲
بادهای گرم ۲۴۰
بادهای محلی ۲۴۰
بادهای موسمی ۲۴۰
بادهای مهم زمین ۲۴۰
بار الکتریکی ۲۵، ۴۰، ۴۱، ۱۲۶، ۱۳۰، ۱۴۵، ۱۶۱
بار ساکن ۱۲۶
بار منفی ۲۴۳
باران ۲۳۲، **۲۴۴**
باران اسیدی ۳۲، ۲۵۰
باران‌های سیل‌آسا ۲۳۸، ۲۴۲، ۲۴۴
بارانی‌های پلاستیکی ۵۶
بارداری ۳۶۲
باردین، جان ۱۳۸
بارش سنگین باران ۲۴۳
بارکدخوانی ۱۴۲
بارگذاری ۱۵۳
بارناکل ۲۹۶
بارندگی ۲۳۸
بارنل، ژوسلین بل ۱۶۹
بارهای مثبت و منفی الکتریکی ۱۲۶
بارهای مثبت و منفی و صاعقه ۲۴۳
باریکی ۶۸
باز کوچک اروپایی ۳۲۷
باز نوکلئوتیدی ۳۶۵
بازالت ۲۱۹
بازپخش پیام‌های تلفنی ۱۸۹
بازتاب **۱۱۳**
بازتاب صدا ۱۰۶
بازتاب صوت ۱۰۶
بازتاب منظم ۱۱۳
بازتاب نامنظم ۱۱۳
بازتاب نور ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۲۲
بازتابانده‌ی خورشیدی ۸۳
بازدانگان ۲۶۲
بازدم ۴۵، ۳۵۵
بازسازی بدن ۳۶۶
بازسازی صدا ۱۰۸
بازمانده‌های سوپرنوواها ۱۸۶
بازمانده‌ی جانوران ۲۲۰
بازمانده‌ی گیاهان ۲۲۰
بازوهای حسی دور دهان ۲۹۴
بازوهای مارپیچ کهکشان ۱۶۴
بازوهای مکانیکی ۱۵۴
بازوهای هیدرولیکی ۸، ۷۹
بازوی صنعتی ۱۵۴
بازوی هیدرولیک ۷۵
بازها **۳۳**
بازهای نوکلئوتیدی ۳۶۴، ۳۶۵
بازیافت ۶۰-۶۱
بازیافت انرژی ۶۰
بازیافت کاغذ ۶۱
بازیافت موادپلاستیکی ۵۳
بازیافت مواد گیاهی ۶۱، ۲۲۴
بازیکن تنیس ۷۹
باسترک مهاجر ۳۲۷
باطری **نگاه کنید به** باتری
بافت استخوانی ۳۱۴، ۳۳۹، ۳۶۷
بافت استخوانی اسفنجی ۳۱۴
بافت استخوانی متراکم ۳۱۴
بافت اسفنجی ۲۶۱
بافت پوششی ۳۳۹
بافت پیوندی ۳۱۴، ۳۳۹، ۳۴۴
بافت چربی ۳۳۹
بافت چوبی ۲۶۸
بافت رشته‌ای ۳۶۶
بافت سرطانی ۸۴
بافت عصبی ۳۳۹
بافت لنفوئیدی ۳۵۷
بافت لنفی ۳۵۷
بافت ماهیچه‌ای ۳۳۹
بافت‌ها ۳۳۸، ۳۳۹
بافت‌های غضروفی ۳۳۹
باکتری آکنه ۳۶۷
باکتری‌ها ۴۳، ۲۲۴، ۲۵۴، ۲۷۸، **۲۸۴**، ۳۳۰، ۳۵۹، ۳۶۷، ۳۷۱
باکتری‌های آزادکننده‌ی نیتروژن ۴۳
باکتری‌های روده ۳۵۹
باکتری‌های نیتروژن‌ساز ۴۳
بال ۳۱۴
بال دلتا ۱۹۱
بال غشایی ۳۰۴
بال هواپیما و کربن ۴۹
بالابردن بارهای سنگین ۹۰
بالابرهای هواپیما ۹۶، ۹۷
بالابری مغناطیسی ۱۳۴
بالاتنه ۲۹۶
بالشتک رزیلین ۳۱۵
بالکن سازی ۲۷۶
بالن‌ها ۱۵، ۹۴
بالن‌های هوای داغ ۳۷، ۸۲
باله ۳۱۴، ۳۲۸
بال‌های آیروفویل ۹۵، ۹۶، ۹۷
بال‌های پروانه ۴۸
بال‌های سخت ۲۹۷
بال‌های نرم ۲۹۷
بال‌های هیدروفویل ۹۵
باله‌های بزرگ سینه‌ای ۳۰۰
باله‌های سینه‌ای ۲۹۳، ۳۱۵
باله‌های لگنی ۳۰۰
باله‌ی پشتی ۳۰۰
باله‌ی دمی ۳۰۰
بام ساختمان‌ها ۲۸۳
بانکوک ۲۵۰
بایت ۱۴۸
ببرها ۳۱۳، ۳۱۶
بتا ۸۴
بتن ۵۵، ۲۴۸
بتهوون (دهانه‌ی برخوردی) ۱۷۴
بچه‌زایی ۳۰۹
بحرالمیّت ۲۳۳
بخار ۱۵، ۴۱، ۲۵۹
بخار آب ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴
بخار با فشاری انفجاری ۳۸
بخار نامرئی ۱۷
بخار نفت خام ۵۱
بخش بیرونی گوش ۳۱۶
بخش قشری کلیه ۳۶۱
بخش‌های دستگاه عصبی ۳۴۴
بخش‌های مختلف چشم ۳۴۸
بخش‌های مغز ۳۴۵
بدر ۱۷۷
بدن ۳۳۸
بدن اژدری شکل ۳۱۵
بدن انسان و رادیواکتیویته ۸۴
بدن انسان و شیمی ۵۱
بدن دوبخشی ۲۹۸
بدن و بی‌وزنی ۱۹۲
بدنه‌ی اتومبیل ۵۷
بدنه‌ی رایانه ۱۴۸
بدنه‌ی فلزی ۱۲
بدنه‌ی کشتی و زنگ زدن ۳۰
بر جا گذاشتن بو ۳۰۷
برآ ۹۶
براتاین، والتر ۱۳۸
براده‌های آهن ۲۲
براقیت ۱۰، ۳۶
برانکیوپودا ۲۹۶
برج سوئیس در لندن ۵۴
برجه ۲۶۵
برخورد شهاب سنگ ۳۳۴
برخورد کهکشانی ۱۹۶
برخورد ورقه‌ی اقیانوسی ۲۱۴
بُردار و سرعت ۷۱
بررسی وضعیت هوا ۱۸۹
برزیل ۲۳۲، ۲۵۰
برش فلز و لیزر ۱۱۲
برش لیزری ۱۱۲۱
برف ۲۰۵، ۲۳۲، ۲۴۴، ۲۴۵
برف آب‌دار ۲۴۵
برفک ۲۴۳
برق ۱۲۸
برق‌رسانی ۱۳۱
برق‌گرفتگی ۱۲۸، ۱۳۱
برقراری ارتباط با ماهواره ۱۸۹
برکه‌های زیرزمینی ۲۳۲
برگ ۲۵۴، ۲۷۵
برگ تلخ دانه ۲۵۶
برگ کاملیا ۲۵۶
برگ گلسر ۲۵۶
برگچه ۲۵۶
برگشاخه ۲۶۰
برگشاخه‌های سرخس ۲۶۰
برگ‌ها ۲۵۶
برگ‌های آبگریز ۲۷۴
برگ‌های ساده ۲۵۶
برگ‌های سوزنی خزان‌شونده ۲۶۴
برگ‌های سوزنی شکل ۲۶۴
برگ‌های گزنده ۲۷۴
برگ‌های مرکب ۲۵۶
برگ‌های نخل ۲۸۰
برنامه‌های تشخیص چهره ۱۵۶
برنامه‌های تلویزیونی ۱۸۹
برنامه‌های رایانه‌ای ۱۵۳
برنامه‌های فضایی ۱۸۸
برنامه‌های گرافیکی ۱۴۹
برنامه‌ی واکسیناسیون منظم ۳۷۲
برنج ۲۷۶، ۳۶۹
برنز آلیاژی ۳۵
بروسیلیکات‌ها ۵۴
بروکس، رادنی ۱۵۷
بروم ۳۷
بروملیا ۲۷۴
برومید نقره در پرتونگاری ۳۷
برون‌چوب ۲۶۸
برونزده‌های سنگی ۲۳۱
برونشیت ۲۵۰
بریزیل، سینتیا ۱۵۶
بریل، لوئیس ۳۵۰
بزاق ۳۴۴، ۳۴۶، ۳۵۸
بزرگراه هانشین ۲۱۰
بزرگسالان و شنوایی ۱۰۳
بزرگ سیاهرگ زیرین ۳۵۲
بزرگ نمایی ۱۱۶، ۱۱۷
بزهای کوهی ۳۱۶
بساک ۲۶۵، ۲۶۶
بسامد ۹۸، ۱۰۳
بستر اقیانوس آرام ۲۳۰
بستر اقیانوس‌ها ۲۰۹، ۲۱۳، ۲۲۹، **۲۳۰**، ۲۴۷
بستر دریا ۱۰۷، ۲۲۵، ۲۲۷، ۲۸۶
بستر ناخن ۳۵۱
بسته بندی موادخوراکی چرب ۵۳
بشره ۳۵۱
بطری‌های نوشابه ۶۱
بطن ۳۵۲
بطن جانبی مغز ۳۷۴
بطن چپ ۳۵۲
بطن راست ۳۵۲
بقایای جانوران ۲۲۰
بقایای سوپرنووا (SNR) ۱۶۹
بقایای فسیلی گیاهان ۲۵۵
بقایای گیاهان ۲۲۰، ۲۴۹، **۲۷۴**
بقایای گیاهان در زمستان ۲۷۲
بقایای ماده ۳۰
بقایای موجودات زنده ۶۱

بلاتریکس ۱۶۷
بلال‌ذرت ۲۷۷
بلدوزرها و نیرو ۸۸
بلندگو ۱۰۸
بلندی صدا **۱۰۲**
بلوچستان ۲۱۳
بلور اورتوبیک (خطی) ۲۱۷
بلور برف ۲۴۵
بلور تتراگونال ۲۱۷
بلور تریکلینیک ۲۱۷
بلور تریگونال ۲۱۷
بلور شش‌ضلعی **نگاه کنید به** بلور هگزاگونال
بلور شش‌وجهی ۱۳
بلور کوارتز ۱۳
بلور مکعبی ۲۱۷
بلور مونوکلینیک ۲۱۷
بلور هگزاگونال ۲۱۶، ۲۱۷
بلورها ۲۱۷
بلورهای پرمنگنات پتاسیم ۴۰
بلورهای گوگرد ۳۶
بلورهای یخ ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۵
بلوط ۲۶۸
بلوغ ۳۵۶، ۳۶۲، ۳۶۶، ۳۶۷
بلوغ جنسی ۳۶۷
بلوک‌های اسید آمینه ۴۶
بمب‌های هسته‌ای ۸۵
بم شدن صدا ۳۶۷
بند ناف ۳۶۳
بنزین ۲۹، ۴۸، ۲۵۱
بنزین اتومبیل ۵۱
بنزین هواپیما ۵۱
بنه ۲۶۲
بنه های ماسینر ۳۵۰
بنه‌ی گلایول ۲۶۲
بو ۳۱۶، ۳۱۸
بوتان ۴۸، ۵۱
بوته پنبه ۲۸۱
بوته‌های آلبی ۲۷۴
بوته‌های رُز ۲۵۵
بوته‌های کوتاه ۲۴۶
بوته‌های کاهو ۲۷۷
بور، نیلز ۲۴
بورلاگ، نورمن ۲۷۶
بورون ۵۴
بوزینه‌های شیر طلایی ۳۰۶
بوفورت ۲۴۰
بولتوم کانیون ۱۰۶
بولدوزرها ۶۰
بولیوی ۲۵۰
بوم‌شناسی ۲۰۵، **۳۲۶**
بوی سیب و استر ۴۸
بویایی ۳۱۶، ۳۱۷، **۳۴۶**
بوییادرا، لیکودی ۲۶
بوی شدید گوشت گندیده‌ی گل ۲۷۰
بهار ۲۳۷
به ارث رسیدن یک صفت ۳۶۵
به پهلو پیچ خوردن ۳۱۴
بهداشت ۳۶۸
بهداشت دهان و دندان ۳۶۸
به‌دام انداختن حشرات و گیاهان ۲۷۱
بهمن و انرژی ۷۶
بیابان موهاوی ۲۵۱
بیابان و گیاهان ۲۷۵
بیابان‌ها ۲۳۳، ۲۴۶، ۲۴۷
بیابان‌های دماغه‌ی شمالی آفریقا ۲۴۷
بیت ۱۴۸
بیتومن ۱۱۸
بی حسی موضعی ۲۷۹
بیدهای فلفلی سیاه ۳۲۹
بیضه‌ها ۳۶۲، ۳۵۶، ۳۶۷
بیگ‌بنگ **نگاه کنید به** انفجار بزرگ
بیل‌های مکانیکی ۷۹
بیماری سرخرگ‌های قلبی ۳۷۰
بیماری منتقله از حشرات ۳۷۲
بیماری هاجکین ۲۷۹
بیماری‌ها **۳۷۰**، ۳۷۶
بیماری‌ها و داروها ۵۱
بیماری‌ها و مدل‌سازی رایانه‌ای ۵۱
بیماری‌های باکتریایی ۳۷۱
بیماری‌های پوستی ۳۷۵
بیماری‌های روانی ۲۷۹
بیماری‌های فرساینده‌ی بدن ۳۷۰
بیماری‌های قلبی ۳۷۰، ۳۷۲، ۳۷۶
بیماری‌های لثه ۳۶۸
بیماری‌های واگیر ۳۷۰-۳۷۱
بیماری‌های ویروسی ۳۷۱
بی‌مهرگان ۲۹۱، ۳۰۹، ۳۰...
بینایی ۳۱۶، ۳۱۷، **۳۴۸-۳۴۹**
بینی ۳۱۷، ۳۴۶، ۳۵۵
بیوتکنولوژی **نگاه کنید به** فناوری زیستی
بی‌وزنی ۷۲، ۱۹۲، ۱۹۵
بی‌وزنی و انسان ۱۹۴
بی‌وزنی و پرورش گیاه ۱۹۵
بی‌وزنی و پیری ۱۹۳
بی‌وزنی و جانوران ۱۹۴
بی‌وزنی و سلامت انسان ۱۹۳
بی‌وزنی و گیاهان ۱۹۴
بی‌وزنی و مواد ۱۹۴
بیوسفر **نگاه کنید به** زیست‌کره
بیوشیمی **نگاه کنید به** شیمی‌زیست
بیولومینانس **نگاه کنید به** زیست‌تابی
بیونیک ۳۷۶

پ

پ هاش (pH) ۳۲-۳۳
پا ۳۱۴
پادتن **نگاه کنید به** آنتی بادی
پارازیت ۱۴۰
پاراگوئه ۲۳۲
پارچه درست کردن ۲۸۰
پارچه‌های بسیار سبک ۵۸
پارچه‌های ضدحرارت ۵۸
پارچه‌های طبیعی ۵۶
پارچه‌های عایق ۵۸
پارچه‌های کشسان ۵۶
پارچه‌های مصنوعی **۵۶**
پارچه‌های نسوز ۵۸
پارچه‌های هادی الکتریسیته ۵۹
پارک یلوستون ۲۱۳
پارو ۹۵
پاستور، لویی ۲۸۴
پاستوریزاسیون ۲۸۴
پاسخ به استرس ۳۵۶
پاسخ به تحریک‌های محیطی ۳۱۶
پاسخ گیاهان به تغییرات محیط ۲۷۲
پاسخ‌های غیرارادی ۳۴۵
پاکت‌های جیبس و نیتروژن ۴۲
پالئوزوئیک ۳۳۰
پالایش ۳۰۰
پالایشگاه ۵۱
پالس‌ها ۱۴۰
پالس‌های الکتریکی ۱۰۸
پاماکول ۲۱۶
پانداها ۳۲۵
پانگه‌آ ۲۰۹
پاهای آرواره‌ای ۲۹۸
پاهای بندبند ۲۹۱، ۲۹۶، ۲۹۸، ۳۱۵، ۳۳۳
پاهای تغذیه‌ای ۲۹۶
پاهای جنین ۳۶۳
پاهای لوله‌ای ۲۹۹
پاهوئه هوئه ۲۱۳
پای آرواره‌ای ۲۹۸
پایانه‌های آزاد عصب ۳۵۱
پایانه‌ی تار عصبی ۳۴۳
پایه‌های کاذب ۲۸۵
پایه‌های ماهیچه‌ای ۲۹۹
پایه‌ی کوه ۲۲۳
پاییز ۲۳۷
پاییز و درختان ۲۶۸
پپسین ۳۵۹
پخش موسیقی ۱۴۲
پدر زمین‌شناسیِ انگلیس ۲۲۰
پر ۳۰۳
پراکنش هاگ‌ها ۲۶۱
پرتاب ماهواره‌ها ۱۸۹
پرتاب ماهواره‌ی اسپوتنیک I ۱۹۰
پرتو ۸۴
پرتو X **نگاه کنید به** پرتو ایکس
پرتو گاما ۸۴
پرتوبرداری ایکس ۹۹
پرتودرمانی ۸۴، ۳۷۱
پرتونگاری و برومید نقره ۳۷
پرتوهای الکترون ۱۴۴
پرتوهای ایکس ۳۷، ۱۶۱، ۱۶۷، ۱۶۹، ۱۸۷، ۱۹۶، ۳۶۰، ۳۱۴، ۳۶۳، ۳۶۷، ۳۷۰، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵
پرتوهای خورشیدی ۲۰۵، ۲۳۵، ۲۳۶، ۳۵۱
پرتوهای زبان‌آور ۲۰۴
پرتوهای فرابنفش ۱۶۱، ۱۹۶، ۲۰۴
پرتوهای فرابنفش خورشید ۲۳۴
پرتوهای فروسرخ ۱۶۱، ۱۹۶، ۱۹۷
پرتوهای گاما ۱۶۱، ۱۹۶
پرتوهای لیزری ۱۱۲
پرتوهای نور ۱۱۰، ۱۱۲، ۳۴۸
پرتوهای نوری مرئی ۱۶۱
پرتوی الکترومغناطیسی ۱۱۱
پرتوی گرمایی خورشید ۲۰۴
پرچم ۲۶۵
پردازش داده‌های رایانه‌ای ۱۳۸
پردازشگر ۱۵۱
پرده‌ی صماخ ۳۱۷، ۳۴۷
پرزها ۳۵۹
پرزهای چشایی روی زبان ۳۴۶
پرزهای چشایی فیلی‌شکل **۳۴۶**
پرزهای چشایی قارچی‌شکل ۳۴۶
پرزهای داخل دهان مورچه ۱۱۷
پرزهای دیواره‌ی روده‌ی کوچک ۳۵۹
پرستوی خانگی ۳۲۷
پرسرعت‌ترین بادهای روی زمین ۲۴۱
پرمنگنات پتاسیم ۴۰
پرندگان ۳۲۳، ۲۹۰، **۳۰۳**، ۳۰۶، ۳۱۱، ۳۲۸، ۳۳۱
پرندگان و پرواز ۹۶
پرندگان و گرده‌افشانی ۲۶۷
پرندگانی بی‌پرواز ۳۰۳
پرنده ۳۲۸
پرنده‌ی شکارچی ۳۰۳، ۳۱۲
پرنده‌ی صخره‌ای ۳۲۵
پرواز **۹۶**، ۲۹۰، ۳۱۴
پرواز بدون توقف ۳۲۳
پرواز پرندگان ۳۰۳
پروانش ماداگاسکار ۲۷۹
پروانه ۲۹۷، ۳۰۵، ۳۱۰
پروانه‌ی بال پرنده‌ی ملکه الکساندریا ۱۰
پروانه‌ی بالغ ۳۰۵
پروانه‌ی جغد ۳۲۰
پروانه‌ی دم چلچله ۳۰۵
پروانه‌ی مقلد ۳۲۰
پروانه‌ی مونارک ۳۲۳
پروتئین‌ها ۴۷، ۵۷، ۲۷۶، ۳۶۹، ۳۷۰
پروتئین‌های ماهیچه ۴۶، ۴۷
پروتال ۲۶۰
پروتروزوئیک ۳۳۰
پروتوکل ۱۵۲
پروتوکل اینترنت (IP) ۱۵۲
پروتوکل کنترل انتقال (TCP) ۱۵۲
پروتوکل وب جهانی ۱۵۲
پروتون‌ها ۲۴، ۱۶۲
پرورش انتخابی ۲۷۷
پرورش گیاه در فضا ۱۹۵
پروژسترون ۳۵۶
پروژه‌ی SETI@ HOMEProject ۲۰۱
پروژه‌ی تعیین ژنوم انسان ۳۶۵
پروژه‌ی عدن ۵۲
پرونده‌ی HTML ۱۵۳
پرونده‌ی رایانه‌ای ۱۱۹
پرهای پیرامونی ۳۰۳
پرهای دم طاووس‌نر ۳۰۶
پرهای رنگین ۳۰۶
پریمات‌ها ۳۰۴
پزشک مخصوص الیزابت اول ۲۰۷
پزشکی **۳۷۲**
پزشکی پیشگیری ۳۷۲
پزشکی فضایی ۱۹۳
پزشکان ۳۷۲، ۳۷۳
پزشکی نانو ۱۵۷
پزشکی نوین ۳۷۴
پزشکی و فناوری نانو ۳۷۶
پژواک ۱۰۶، ۱۰۷
پسا ۶۸، ۹۵
پست الکترونیکی ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۸۹
پستانداران ۲۹۱، **۳۰۴**، ۳۰۹، ۳۱۳، ۳۲۴، ۳۲۸
- آب‌باز ۳۰۴
- آبزی ۲۹۱
- پرواز کننده ۳۰۴
- تخم‌گذار ۳۰۴
- جفت‌دار ۳۳۰
- سُم‌دار ۳۰۷
- شکارچی ۳۲۱
- فَرد سُم ۳۰۴
- کیسه‌دار ۳۰۴، ۳۱۰

پسروی یخچال‌ها ۲۲۶
پشته‌های خاکی ۳۲۴
پشم ۵۶
پشه‌ها ۲۹۷
پشه‌ی آنوفل ۲۸۵
پشه‌ی مالاریا ۱۱۶
پف‌ماهی خاردار ۳۲۰
پل فلزی و درزهای انبساطی ۱۲
پل گلدن‌گیت (دروازه طلایی) ۱۳
پل معلق ۱۳
پل معلق و نیرو ۶۵
پلئیادس ۱۶۶
پلاتی‌پوس ۳۰۴
پلاتی‌پوس منقار اردکی ۳۰۴
پلاتینوم ۲۹
پلاستیک و رسانا گرما ۸۳
پلاستیک‌ها **۵۲**، ۵۳، ۶۹
پلاستیک بازیافتی ۶۱
پلاستیک خودترمیم‌شونده ۵۹

پلاستیک رنگی ۵۲
پلاستیک شفاف ۵۲
پلاستیک عایقکاری ۵۲
پلاستیک و نور ۱۱۰
پلاستیک‌ها و کربن ۴۹
پلاستیک‌های ترموست ۶۱
پلاسما ۱۴۴، ۳۵۳
پلاسمای خورشیدی ۱۷
پلاسمای نورانی ۱۲۶
پلاسمید ۲۷۸
پلاکت ۳۵۳
پلانکتون‌ها و تولید نور ۳۱۹
پلزیوسارها ۳۳۰
پلنگ ۳۲۶
پلوتو **۱۸۳**، ۱۸۴، ۱۹۸
پلوتونیوم ۲۳
پلوتونیوم رادیواکتیو ۸۵
پلی‌آمید (PA) ۵۳، ۵۶
پلی‌اتیلین ترفتالات (PET) ۶۱
پلی‌اکرونیکتیل (PAN) ۴۹
پلی‌پروپیلین (PP) ۵۳
پلی‌تین ۵۳
پلی‌تین با چگالی بالا ۵۳
پلی‌تین با چگالی پایین ۵۳
پلیس ۱۴۷
پلی‌کربنات (PC) ۵۷
پلیمر ۵۲، ۵۳
پلیمرها ۲۸، ۴۷، ۴۹، ۵۹، ۶۹
پلیمرهای مصنوعی ۵۳
پلیموت ۲۱۳
پلی‌وینیل‌بوتیرال (PVT) ۵۷
پلی‌وینیل کلرید (PVC) ۵۳
پنبه ۲۸۱
پنجره‌های بدون پرده و دما ۸۱
پنجره‌های پوشیده و دما ۸۱
پنجه ۳۰۴
پنجه گرگیان ۲۵۵
پنجه‌های جانور و وزن ۷۴
پنگوئن‌ها ۲۹۲، ۳۰۳
پنل‌های حرارتی ۱۹۵
پنی‌سیلین ۲۸۳
پنی‌سیلیوم ۲۸۳
پورتوریکو ۲۰۰
پورفیریت ۲۱۹
پوست ۳۲۰، ۳۳۸، **۳۵۱**، ۳۶۷
پوست‌اندازی ۲۹۸، ۳۰۵، ۳۱۰
پوست‌درخت ۲۶۸، ۲۷۹
پوسته‌های الکترونی ۲۷
پوسته‌ی اقیانوسی ۲۰۷، ۲۱۴، ۲۲۷
پوسته‌ی خارجی زمین ۲۰۸
پوسته‌ی زمین ۲۲، ۲۰۷، ۲۱۵، ۲۱۷، ۲۱۹
پوسته‌ی قاره‌ای ۲۰۷
پوسیدگی دندان‌ها ۳۶۸
پوسیدگی دندان‌ها و فلوئورین ۳۷
پوشش ۳۳۸
پوشش بافت فیبروزی ۳۵۷
پوشش پشمی ۳۲۲
پوشش خارجی بدن ۳۳۸
پوشش دانه ۲۶۲
پوشش میلین ۳۴۴
پوکی استخوان ۳۶۷
پوکی استخوان در فضا ۱۹۳
پولسار تپنده ۱۶۹
پولسارها ۱۸۶
پولسارهای ۱ (یک) ۲۰۰
پولک‌چوبی ۲۶۴
پولک‌بالان ۲۹۷
پولک‌ها ۲۶۴، ۳۰۰، ۳۰۲
پولک‌های هم‌پوشان ۳۰۰
پولیپ ۲۹۴
پولیپ‌های مرجانی ۲۳۱
پولیستر ۵۲، ۵۶
پونز و فشار ۷۴
پویانمایی **نگاه کنید به** انیمیشن
پویشگرهای پزشکی **نگاه کنید به** اسکنرهای پزشکی
پهنه‌های یخی ۲۰۵، ۲۲۶
پی. وی. سی. ۵۳
پیاده‌روی ۳۶۸
پیاده‌شدن روی ماه ۱۹۰
پیاز ۲۶۲
پیاز لاله ۲۶۲
پیاز مو ۳۵۱، ۳۶۷
پیام بودار ۳۱۹
پیام عصبی ۳۴۹
پیام وویجر ۲۰۰
پیام‌های حسی ۳۴۶، ۳۵۰
پیام‌های ضربان مانند در فضا ۱۶۹
پیام‌های عصبی ۳۴۳، ۳۴۷، ۳۴۸
پیچاندن پیچ و نیرو ۹۱
پیچک ۲۷۳
پیچ‌گوشتی و نیرو ۹۱
پیچ‌ها ۸۸، ۹۱
پیدایش اتمسفر ۲۰۶
پیدایش اقیانوس‌ها ۲۰۶
پیدایش تلماسه‌ها ۲۲۵
پیدایش زمین ۲۰۶
پیدایش فصل‌ها ۲۳۷
پیدایش قاره‌ها ۲۰۶
پیدایش ماه ۱۷۳
پیدایش منظومه‌ی شمسی ۱۷۲
پیدایش هیمالیا ۲۱۴
پیرابَر ۲۶۳
پیروکلاستیک ۲۱۲
پیری ۳۶۶، ۳۶۷
پیری و بی‌وزنی ۱۹۳
پیزوالکتریک ۵۹
پیستون‌ها ۷۵، ۹۲
پیستون‌های هیدرولیکی نیرو ۸۹
پیشبرنده‌های موشکی ۳۸
پیش‌بینی توفان ۱۵۱
پیش‌بینی زلزله ۲۱۱
پیش‌بینی وضع هوا ۱۵۱، ۲۳۹
پیشروی آب دریا ۲۲۷
پیشگیری و درمان مالاریا ۲۷۹
پیکسل ۱۱۹، ۱۴۰
پیله‌ی ابریشمی ۳۰۹
پیوستگی موهو ۲۰۷
پیوند
اتم‌ها ۴۴
اعضا ۳۷۵
پیوند روده‌ی کوچک ۳۷۵
شش ۳۷۵
شیمیایی ۲۸، ۴۱
فلزی ۲۸
قلب ۳۷۵
کلیه ۳۷۵
کووالانت ۲۸
موقت ۲۹
هیدروژنی ۴۰، ۴۱
یونی ۲۸

ت

تابستان ۲۳۷
تابستان و درختان ۲۶۹
تابش آفتاب ۲۳۸
تابش‌های غیرقابل دیدن ۱۸۶
تابلوی نمایش داستان فیلم ۱۲۰
تابه‌ی آلومینیومی ۸۳
تاج خورشید ۱۷۱
تار ۳۱۳
تار عصبی ۳۴۳، ۳۴۶
تار ماهیچه‌ای ۳۴۲، ۳۴۳
تارپ، ماری ۲۳۰
تارچه ۳۴۲
تارهای‌صوتی ۳۶۷
تارهای‌کشنده‌ی ریشه ۲۶۹
تاریخچه‌ی اینترنت ۱۵۲
تاریخچه‌ی زمین ۲۰۶، ۲۲۱
تاژک ۲۸۴
تاسمانی ۳۰۴، ۳۲۹
تأسیسات شیمیایی ۵۰
تاق ۲۲۷
تاقدیس ۲۱۵
تاک ۲۷۰
تالاب‌ها ۲۶۰
تالار موسیقی ۱۰۶
تالارهای مدرن موسیقی ۱۰۶
تالاموس ۳۷۴
تالبوت، ویلیام هنری فاکس ۱۱۸
تأمین برق ۲۴۸
تانکر دیزلی ۹۳
تایلند ۲۵۰
تایمین ۴۷
تبِ مالاریا ۲۸۵
تبِ یونجه ۳۷۰
تبادل اطلاعات در شبکه ۱۵۲
تبادل بسته‌ای ۱۵۲
تبادل گازها ۲۹۳
تبادل گازی در کیسه‌ی هوایی ۳۵۴
تبت ۲۱۴
تبخیر ۱۷، ۵۰، ۸۲
تبدیل تصاویر دیجیتالی ۱۴۰
تبدیل کدها ۱۴۱
تبدیل مایع به گاز ۱۷، ۸۲
تپه‌های برخان (هلالی شکل) ۲۲۵
تپه‌های خشک نمکی ۲۷۵
تپه‌های ماسه‌ای ۲۲۵
تپه‌های نمکی و گیاهان ۲۷۴
تتیس ۲۰۹
تثلیث اول ۱۷۷
تثلیث دوم ۱۷۷
تجربیات انسان و هوش مصنوعی ۱۵۷
تجزیه ۳۱
تجزیه و تحلیل پیام‌های رسیده از پوست ۳۴۵
تجزیه و تحلیل پیام‌های رسیده از چشم‌ها ۳۴۵
تجزیه و تحلیل صداها و مغز ۳۴۵
تجزیه شدنی زیستی ۶۰، ۶۱
تجزیه کننده‌ها ۲۲۴
تجزیه‌ی پروتئین‌های غذا ۳۵۹
تجزیه‌ی غذا ۳۵۸
تجزیه‌ی هیدروکربن‌ها ۴۶
تجزیه‌ی گیاهان و جانوران مرده ۲۸۲
تجزیه‌ی نور ۱۲۲
تجمع ۲۰۶
تجویز دارو ۳۷۳
تجهیزات آزمون ۱۴۲
تجهیزات درون ماهواره ۲۳۹
تجهیزات رادیویی ۱۸۹
تجهیزات رایانه‌ای ۱۰۹
تجهیزات ورزشی و کربن ۴۹
تحقیق در باره‌ی مریخ ۱۹۸، ۱۹۹
تحقیق و تولید ۵۱
تحقیقات پزشکی **۳۷۶**
تحقیقات پزشکی در فضا ۱۹۲
تحقیقات علمی در فضا ۱۹۵
تحمل گرما در پلاستیک ۵۲
تخریب زیستگاه‌ها ۲۴۶
تخم ۳۶۵
تخم دایناسورها ۳۳۲
تخم قورباغه ۳۰۱
تخمدان گل ۲۶۳
تخمدان‌ها ۲۶۲، ۲۶۵، ۲۹۲، ۳۵۶، ۳۶۲، ۳۶۷
تخم‌ریزی در لقاح خارجی ۳۰۹
تخم‌زایی گل ۲۶۶
تخمک ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۳۸
تخمک‌های نارس ۳۶۲، ۳۶۷
تخم‌گذار ۳۰۴
تخم‌های کروکودیل ۳۰۸
تداخل امواج رادیویی ۱۴۳
تراپسید ۲۲۱
تراس کلسیتی ۲۱۶
تراشه ۱۴۵
تراشه‌های چوب ۲۸۰
تراشه‌های رایانه‌ای ۱۳۹
تراشه‌های سیلیسی ۲۴۸
تراشه‌ی پردازشگر ۱۴۸
تراشه‌ی سیلیکان ۱۴۲
تراشه‌ی منطقی ۱۴۱
تراشه‌ی هویتی فرکانس رادیویی ۱۴۲
ترافیک و صدا ۱۰۲
تراکم‌گاز ۱۵
ترامپولین ۶۹
ترانزیستور حساس به نور ۱۳۹
ترانزیستور کنترل‌کننده‌ی سرعت ۱۳۹
ترانزیستورها ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۲، ۱۴۷
ترانسفورمر ۱۳۴، ۱۳۵
تراورتن ۲۱۶
تربیع اول ۱۷۷
تربیع دوم ۱۷۷
ترس ۳۱۸
ترشحات سمی ۳۲۰
ترقوه ۳۴۰
ترکیب رنگ‌ها ۱۲۲
ترکیبات کربنی ۴۸
ترکیب اسپرم و تخمک ۳۶۵
ترکیب جلبک‌ها با قارچ‌ها ۲۸۳
ترکیب سیلیکانی ۵۸
ترکیب عناصر و انرژی ۷۷
ترکیب هیدروکربن ۵۱
ترکیبات آلی ۴۹
ترکیبات شیمیایی و انرژی ۷۷
ترکیبات فلزی ۱۷۹
ترکیبات کربنی ۸۶
ترکیب‌کردن تصاویر ۱۴۸
ترکیه ۲۱۶، ۲۴۸
ترموپلاستیک‌ها ۵۳، ۶۱
ترموستات ۸۱
ترموست‌ها ۵۳
ترموسَفر ۲۳۵
ترمیم استخوان‌های شکسته‌وفلزات حافظه‌دار ۱۲
ترمیم اندام‌های آسیب‌دیده ۳۷۶
ترمیم بخش‌های فرسوده ۳۶۶
ترمیم بدن ۳۶۶، ۳۶۷
ترن هوایی شهربازی ۷۰
تروپوسفر ۲۰۴، ۲۳۴، ۲۳۵
تری نیتروتولوئن ۴۳
تریاکِ دارویی ۲۷۹
تریستلی، جوزف ۳۹
تریستور ۱۳۹
تریلوبیت‌ها ۳۳۳
تزریق زهر ۳۲۱

نستوسترون ۳۵۶، ۳۶۷
تسلا، نیکولا ۱۳۶
تسهیم (مولتی‌پلکس) ۱۴۳
تشخیص آزمایشگاهی ۳۷۳
تشخیص بو ۳۴۶
تشخیص بیماری‌ها ۱۳۳، ۳۷۲، ۳۷۳
تشخیص چهره‌ی رایانه‌ای ۱۵۶
تشخیص حمله ۳۲۰
تشخیص رنگ ۱۲۲
تشخیص رنگ‌های سیاه و سفید ۳۴۹
تشخیص سرطان سینه ۳۷۲
تشخیص طعم غذا ۳۵۸
تشخیص مرزهای قلمروی جانوران ۳۱۶
تشعشع ۸۲، ۸۳
تشعشع الکترومغناطیسی ۸۴
تشعشعات زیان‌آور خورشیدی ۲۰۷
تشعشعات گرمایی ۸۳
تشکیل ابر ۲۴۲
تشکیل سنگ‌ها ۲۱۷
تشکیل کهکشان ۱۶۲
تصاویر ۱۴۵
تصعید ۱۷
تصفیه‌ی آب ۲۱
تصویر ۱۴۴
تصویر امواج رادیویی ۱۹۶
تصویر پرتو ایکس ۱۱۷، ۱۴۲
تصویر حرارتی خانه ۸۱
تصویر دیجیتالی ۱۱۹
تصویر سه‌بعدی ۱۱۲
تصویر سه‌بعدی از مغز ۳۷۴
تصویر ماهواره‌ای ۲۳۹، ۲۴۱
تصویر متحرک ۱۲۰
تصویر موزاییکی ۳۱۷
تصویر میکروسکوپ الکترونی اسکن‌کننده (SEM) ۲۵۶، ۲۸۵
تصویربرداری با پرتو ایکس ۳۷۳
تصویربرداری مغناطیسی تشدیدیافته ۱۳۳
تصویرهای ماهواره‌ای ۱۸۹
تعادل **۳۴۷**
تعادل بدن ۳۴۷
تعادل هورمونی ۳۷۰
تعرق **۲۵۹**
تعرق بخار ۲۵۹
تعلیق ۱۸
تعمیر ماهواره‌ها ۱۹۳
تعمیر هابل ۱۹۳
تعیین مکانِ شکار ۳۱۶
تعیین موقعیتِ کشتی ۹۹
تعیین موقعیتِ هواپیما ۹۹
تغذیه **۳۱۲-۳۱۳**
تغذیه از طریق پالایش ۳۰۰
تغذیه پالایشی ۳۱۲
تغییر آب و هوا ۲۳۶
تغییر برگشت‌پذیر ۳۰، ۳۱
تغییر جهت گیاهان رو به نور ۲۷۲
تغییرِ جهت و نیرو ۶۵
تغییر حالت **۱۶**
تغییر حالت آب ۱۶
تغییر حالت و کاپوت اتومبیل ۱۲
تغییر دما و گیاهان ۲۷۲
تغییر رنگ پوست ۳۲۰
تغییر شیمیایی ۳۰
تغییر فشار هوا و آب ۷۵
تغییر فیزیکی ۳۰
تغییر گاز به مایع ۱۷
تغییر ملکول‌ها ۲۹
تغییر وضع هوا ۲۳۸
تغییرات اقلیمی ۲۶۹
تغییرات جوی ۱۸۲
تغییرات ذهنی ۳۶۶
تغییرات زیستگاه‌ها ۳۳۴
تغییرات سطح دریا ۲۲۷
تغییرات فشار ۳۵۰
تغییرات فصلی و درختان ۲۶۹
تغییرات مردمک چشم ۳۴۸
تغییرات هورمونی ۳۶۷
تفتان ۲۱۳
تفکر ۳۳۹
تفنگ‌های الکترونی ۱۱۶، ۱۴۴، ۱۴۵
تقارن شعاعی ۲۹۲
تقارن کامل ۲۹۲
تقسیم شدن ۳۰۹
تقطیر ۱۷، ۲۰، ۵۱
تقویت ۱۰۵، ۱۳۹
تقویت خاک ۲۲۴
تقویت صدا ۱۳۸
تقویم زمانی کیهان ۱۶۳
تکامل **۳۲۸**، ۳۳۰
تکانه‌ها ۶۶، ۶۷
تکانه‌های الکتریکی ۳۴۴، ۳۵۲
تکلم ۳۵۴، ۳۵۵
تکنولوژی دیجیتال **نگاه کنید به** فناوری دیجیتال
تکامل فیل‌ها ۳۲۸
تکامل گیاهان ۲۵۵
تکانه‌های عصبی ۳۷۶
تک‌سلولی‌ها ۲۸۵
تک‌سلولی‌های ابتدایی ۱۶۳
تک لپه‌ای‌ها ۲۶۵ ۲۶۵
تکنسین‌های سرویس هواپیما ۱۴۹
تگرگ ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵
تلسکوپ فضایی هابل (HST) ۳۶، ۱۶۳، ۱۸۲، ۱۹۳، ۱۹۶، ۱۹۷
تلسکوپ‌ها **۱۱۷**، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۹
آماتوری ۱۱۷
انعکاسی(آینه دار) ۱۱۷، ۱۸۱، ۱۸۶، ۱۹۷
انکساری(عدسی‌دار) ۱۸۶
بازتابی **نگاه کنید به** انعکاسی
بزرگ ۱۱۷، ۱۸۶
پرتوی ایکس ۱۶۹
رادیویی ۹۹
ردیابی پرتو ایکس ۱۹۶
شکستی ۱۱۷
فضایی ۱۸۶، ۱۹۷
نجومی ۱۱۷
و بازتاب ۱۱۳
هاله ۱۸۶
تلفن ۱۴۶
تلفن همراه پارچه‌ای ۵۹
تلفن‌های همراه ۵۹، ۱۴۲، ۱۴۷، ۱۵۲
تلفیق دامنه (AM) ۱۴۳
تلگراف ۱۴۶
تلماسه ۲۲۵
تلماسه‌های هلالی شکل ۲۲۵
تلنبه‌ی نفت ۸۶
تلویزیون ۹۸، ۱۱۶، **۱۴۴-۱۴۵**
تعاملی ۱۴۵
دیجیتال ۱۴۴، ۱۴۵
زمینی ۱۴۴
صفحه تخت ۱۴۴
ماهواره‌ای ۱۴۴
مجتمع ۱۴۵
و الکتریسیته ۱۲۸
تله های فنری ۲۷۱
تله‌های کوزه‌مانند ۲۷۱
تماس با کشتی‌ها ۱۴۷
تماس رادیویی ۱۴۷
تماس رادیویی مستقیم ۱۴۷
تمدن‌های احتمالی در فضا ۲۰۰
تمشک ۲۶۳
تمیز کردن قطعات ماشین‌آلات ۳۲
تمیزکننده‌ها و بازها ۳۳
تن صدا **۱۰۳**
تناسب اندام ۳۶۸
تناوبِ کشت ۲۷۷
تناوب‌ساز ۱۳۷
تناوب‌های جدول تناوبی ۲۶، ۲۷
تندآب‌ها ۲۳۲
تندبادها ۲۴۱
تنظیم اعمال حیاتی بدن ۳۳۹
تنظیم الگوهای خواب و بیداری ۳۵۶
تنظیم تولید شیر در پستان‌ها ۳۵۶
تنظیم حرکت ۳۴۵
تنظیم دما ۳۵۱
تنظیم دمای بدن ۳۵۱
تنظیم سوخت و ساز ۳۵۶
تنظیم ضربان قلب ۳۴۵
تنظیم قند خون ۳۶۰
تنظیم‌کننده‌های رشد ۲۷۲، ۲۷۳
تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهان ۲۷۲
تنظیم مقدار آب و نمک بدن ۳۵۶
تنفس ۳۹، ۴۶، ۲۴۵، ۳۵۴، ۳۵۵
تنگستن ۳۵، ۱۲۹
تنگ‌شدن سرخرگ‌ها ۳۷۰
تنگی‌تنفس و گیاهان دارویی ۲۷۹
تنوع زیستی ۳۳۵
تنوع گرمسیری ۲۵۵
تنه ۳۱۴
تنه‌ی درختان ۲۶۸
تنه‌ی فیبر کربنیِ دوچرخه ۴۹
تنیدن تار ۲۹۸
توالی DNA ۳۶۵
توان ۱۲۹
توپ فوتبال و نیرو ۶۵
توپوگرافی کارست ۲۲۳
توت فرنگی ۲۶۳
توتیاهای دریایی ۲۸۶، ۳۲۰
توتیای سوزنی ۲۹۹
توده‌های هوا ۲۳۸
توده‌های یخی ۱۸۵
تور ۲۸۰
تورب ۸۶، ۲۴۹، ۲۶۰، ۲۶۱
تورب‌زار ۲۶۱
توربین‌بادی ۱۳۷
توربین‌ها ۸۷، ۹۲، ۱۳۱
توربور ۳۲۳
تورم ۲۵۹
تورنادو ۲۴۲، ۲۴۳
توریچلّی، اوانجلیستا ۲۳۵
توزیع الکتریسیته **۱۳۱**
توزیع گرما در زمین ۲۲۹
توس ۲۶۸
توستر ۸۳
توسعه‌ی پایدار **۲۵۱**
توسعه‌ی واریته‌های پُرمحصول و مقاوم ۲۷۶
توفان ۲۳۹، ۲۴۱
استوایی ۲۴۱
برفی ۲۴۵
چرخشی(گردباد) ۲۴۱
خورشیدی ۱۷۶
رعد و برقی ۲۴۲، ۲۴۳
مغناطیسی ۱۷۱
توفند چرخنده **نگاه کنید به** هوریکن چرخنده
تولد نوزاد ۳۶۲، ۳۶۳
تولید ادرار ۳۵۶
تولید اسپرم ۳۳۸
تولید الکتریسیته ۸۳، ۸۶، ۸۷
تولید انرژی ۲۹۳، ۳۳۸، ۳۵۶
تولید برق ۱۳۱، ۱۸۹
تولید دارو ۵۱
تولید سلول‌های جنسی ۲۶۱
تولید سم ۳۲۰
تولید صدا ۱۳۹، ۳۵۵
تولید غیرجنسی ۲۹۴
تولید مثل ۳۰۵، **۳۰۸-۳۰۹**، ۳۲۸، ۳۶۲
تولید مثل جنسی ۲۹۰، ۳۰۸
تولید مثل خزه‌ها ۲۶۱
تولید مثل زن ۳۶۲
تولید مثل سرخس‌ها ۲۶۰
تولید مثل غیرجنسی ۳۰۸
تولید مثل گیاهان ۲۶۲، ۲۶۴
تولید نور در پلانکتون‌ها ۳۱۹
تولید واکسن ۳۷۶
تولیدکننده ۳۲۷
تومور ۸۴، ۳۷۱
تومیا، کلاید ۱۸۳
توندراها ۲۳۶، ۲۴۶، ۳۲۵
توندراهای قطب شمال ۲۴۶
تونل باد ۶۸
تونل باد مجازی ۱۵۱
تهدیدکننده‌های سلامتی ۳۶۹
تهیگاهی ۳۴۰
تهیه الوار و جنگل زدایی ۲۴۶
تی. ان. تی. **نگاه کنید به** تری نیتروتولوئن
تیتان ۱۸۰، ۱۹۸
تیتانیا ۱۸۱
تیرانوساروس‌رکس ۳۳۱، ۳۳۴
تیروئید ۳۵۶
تیروکسین ۳۵۶
تیغه‌های توربینی ۹۲
تیفون ۲۴۱
تیم ترانزیستور ۱۳۸
تینر ۵۰

ث

ثبت مغناطیسی ۱۴۸
ثریا ۱۶۶
ثور ۱۶۶

ج

جابه‌جایی ۶۵
جابه‌جایی انرژی ۱۳۱
جابه‌جایی جسم و نیرو ۸۸
جابه‌جایی سنگ‌ها ۲۲۳
جابه‌جایی غیرهم‌سطح ۹۱
جاده‌سازی ۲۴۸
جاده‌ی شیب‌دار ۹۱
جاده‌ی کوهستانی ۹۱
جاذبه **نگاه کنید به** گرانش
جام روبات‌ها ۱۵۴
جامدات **۱۲**، ۱۶
جامدات کش‌سان ۶۹
جانداران آبزی ۲۴۷
جانداران ذره‌بینی ۲۰۹
جانداران میکروسکوپی ساده ۳۳۰
جانورِ نر در تولید مثل ۳۰۸
جانوران ۲۴۶، ۲۹۰
آبزی ۲۹۴، ۳۰۰، ۳۱۲، ۳۱۴
بی‌مهره ۳۱۳
تخم‌گذار ۳۰۳
جفت‌دار ۳۰۴
در خطر انقراض ۳۲۵

جانوران (بقیه)
درخت‌زی ۳۱۴، ۳۱۷
دریازی ۲۹۱
زنده‌زا ۳۰۴
سُم‌دار ۳۱۴
شبش کار ۳۲۲
گرده‌افشان ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷
گوشت‌خوار ۲۷۶
گیاه‌خوار ۲۷۶
منقرض‌شده ۳۳۳
میوه‌خوار ۲۶۳
و سوخت ۸۶
جایزه‌ی صلح نوبل ۲۷۶
جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۴، ۷۳، ۱۳۸
جایگاه ژن‌ها ۳۶۵
جایگاه کروموزوم‌ها ۳۶۴
جبر ۱۴۱
جبهه‌های هوا ۲۳۸، ۲۳۹
جبهه‌ی سرد ۲۳۸، ۲۳۹
جبهه‌ی گرم ۲۳۸
جبهه‌ی محبوس ۲۳۸، ۲۳۹
جت جنگنده ۱۵۱
جداسازی آب و نمک ۵۰
جداسازی مایع ۲۱
جداسازی مخلوط‌ها **۲۰**
جدول تناوبی **۲۶**، ۲۶
جذب ۱۰۶، ۱۰۷
جذب اکسیژن ۳۳۸
جذب الکترون‌ها ۱۶۲
جذب درخت از خاک ۲۶۹
جذب نمک در گیاهان ۲۷۵
جراحی ۳۷۰، ۳۷۴، ۳۷۵
جراحی چشم به کمک لیزر ۳۷۵
جراحی سوراخ کلید ۳۷۵
جراحی و پلاستیک خودترمیم شونده ۵۹
جراحی و لیزر ۱۱۲
جرثقیل ۹۰
جرثقیل آهنربایی ۱۳۴
جرثقیل و نیرو ۸۸
جرقه ۱۲۶
جرقه‌ی الکتریکی ۲۴۳
جرقه‌ی صاعقه ۲۴۳
جرم ۶۷، **۷۲**
جرم اتمی ۲۵، ۲۶
جرم ماه ۷۲
جرمَ و گرانش ۷۳
جرم و وزن ۷۲
جریان ۱۲۹
جریان آب ۲۲۲
جریان آگولاس ۲۲۹
جریان اقیانوس آرام‌شمالی ۲۲۹
جریان اقیانوس هند جنوبی ۲۲۹
جریان الکتریسته ۵۰، ۱۳۰
جریان الکتریکی ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۴
جریان انرژی ۳۲۷
جریان بادها ۸۲
جریان برق ۱۳۴
جریان جزر و مدی ۸۷
جریان چرخشی آرام‌جنوبی ۲۲۹
جریان چرخشی آرام شمالی ۲۲۹
جریان چرخشی اطلس جنوبی ۲۲۹
جریان چرخشی اطلس‌شمالی ۲۲۹
جریان خون ۳۵۲
جریان دودکشی ۲۳۰
جریان دور قطب جنوب ۲۲۹
جریان سرد در اقیانوس‌ها ۲۲۹
جریان گرم در اقیانوس‌ها ۲۲۹
جریان گل آتش‌فشانی ۲۲۳
جریان مایع ۱۴
جریان متناوب ۱۴۷
جریان هامبولت ۸۲، ۲۲۹
جریان هوای سرد ۲۳۵
جریان‌های آب اقیانوس ۲۹۱، ۲۹۴
جریان‌های اقیانوسی ۲۲۹، ۲۳۱
جریان‌های الکتریکی ۱۳۸، ۱۳۹
جریان‌های دریایی ۲۰۵، ۲۲۸
جریان‌های همرفت ۸۲، ۲۰۷، ۲۴۲
جریان‌های هوا ۹۶، ۱۵۱، ۲۲۵
جزایر **نگاه‌کنید‌به** جزیره‌ها
جزر ۳۲۶
جزر و مد ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۸۶
جزیره‌ها **۲۳۱**
آتش‌فشانی ۲۱۴، ۲۳۱
اسوالبارد ۲۴۶
اقیانوسی ۲۳۱
اندونزی ۳۰۲
بریتانیا ۲۳۱
رشته‌ای ۲۳۱
سدی ۲۳۱
قاره‌ای ۲۳۱
گالاپاگوس ۳۲۹، ۳۳۴
مالدیو ۲۴۷
مرجانی ۲۳۱
جزیره‌ی اسپیتزبرگن ۲۰۹
جزیره‌ی موریس ۳۳۴
جزیره‌ی مونت‌سرا ۲۱۳
جستوجوگرها ۱۵۳
جستوجوگرهای وب ۱۵۳
جستوجوی پیام‌ها در فضا ۲۰۱
جستوجوی هوش فرازمینی (SETI) ۲۰۰
جسم سلولی ۳۳۹، ۳۴۴
جعبه‌ی مخابره‌ی سیگنال‌ها ۱۴۵
جغد ۳۲۷
جفت‌طلبی **۳۰۶-۳۰۷**، ۳۳۲
جفت‌گیری ۲۹۵
جفت‌گیری گوزن قرمز ۳۰۷
جفت‌یابی ۳۰۶
جگرواش‌ها ۲۵۵، ۲۶۰
جلب‌جفت ۳۱۷
جلبک‌ها ۲۵۵، ۲۸۵، **۲۸۶**، ۳۲۶
آبی‌سبز ۲۰۱
اوگلنا ۲۸۵
دریایی ۲۸۵، ۲۸۶
دریایی قرمز ۲۸۶
دریایی قهوه‌ای ۲۸۶
سبز ۲۸۶
میکروسکوپی ۲۸۷، ۳۲۵
جلد پوست ۳۵۱
جلیقه‌های ضدگلوله ۵۶
جمجمه ۳۰۴، ۳۳۲، ۳۴۰، ۳۴۸، ۳۶۶
جمجمه‌ی تیرانوساروس‌رکس ۳۳۴
جمع‌آورنده ۱۳۹
جمع‌آوری غبار دنباله‌دار ۵۸
جمع‌آوری مایع اضافی بدن ۳۵۷
جمعیت‌ها **۳۲۴**
جناغ‌سینه ۳۴۰
جنبش‌های کوه‌زایی ۲۱۵
جنس **نگاه‌کنید‌به** سرده
جنگل استوایی ۲۴۶، ۲۴۷
جنگل شمالی ۲۴۶
جنگل کلپ ۲۸۶
جنگل مخروط‌داران ۲۳۷، ۲۶۴
جنگل‌زدایی ۲۴۶
جنگل‌ها ۲۴۶، ۲۶۸، ۲۶۹، ۳۲۶
جنگل‌های بارانی ۲۶۸، ۲۷۰، ۲۷۹، ۳۲۵
جنگل‌های بارانی آمازون ۳۲۵
جنگل‌های بارانی استوایی ۲۴۶
جنگل‌های بارانی گرمسیری ۲۵۵، ۲۷۴، ۲۷۹
جنگل‌های برگ‌ریز ۲۴۶
جنگل‌های جنوب آمریکا ۳۲۶
جنگل‌های سردسیری ۲۶۸
جنگل‌های سنگال ۳۲۲
جنگل‌های کاج ۲۴۶
جنگل‌های کوهستانی ۳۲۵
جنگل‌های گرمسیری ۲۶۸
جنگل‌های معتدل ۲۳۶
جنگل‌های مناطق سردسیر ۲۶۸
جنگل‌های مناطق معتدل ۲۶۸
جنوب آسیا ۲۴۰
جنوبگان ۲۲۶
جنین ۳۶۲، ۳۶۳
جو **نگاه‌کنید‌به** اتمسفر
جوانه زدن ۳۰۹
جوانه‌زنی ۳۰۹
جوانه‌های انتهایی ۲۵۶، ۲۵۷
جوانه‌های چشایی ۳۴۶، ۳۵۸
جوانه‌های زیرزمینی ۲۶۲
جوانه‌های منفرد ۳۰۹
جواهر تزئینی ۴۴
جواهرات ۲۴۸
جواهرات خام(تراش‌نخورده) ۲۱۷
جواهرسازی ۲۱۷
جوجه تیغی ۳۲۰
جوجه‌سوخاری ۳۶۹
جوش‌آمدن ۱۶، ۱۷
جوش‌جوانی ۳۶۷
جوش‌دادن فلزات ۱۲۷
جوشکاری ۱۲۷
جوشکاری زیرآب ۱۲۷
جوشکاری قوسی ۲۷، ۱۲۷
جوندگان ۳۰۴
جوهرنمک و بازها ۳۳
جویبار ۳۰۷
جهت وزش باد ۲۳۹
جهت‌یابی ۳۲۲
جهت‌یابی در مسافت‌های دور ۳۲۳
جیبسوم ۳۶
جیرجیر ۳۱۹
جیرجیرک‌ها ۳۱۹
جیره‌ی غذایی در فضا ۱۹۲
جیوه ۱۴، ۸۱، ۲۳۵

چ

چاپ رنگی ۱۲۳
چاپگر جوهرافشان ۱۴۸
چاپگر شبکه ۱۵۰
چاهِ آرتزین ۲۳۳
چترک ۲۶۲
چترها ۲۶۳
چراغ‌های روشنایی ۱۲۹
چراغ‌های نئون ۳۷
چربی‌ها ۳۵۸، ۳۶۹
چرخ پلی‌یورتان ۵۳
چرخ دنده و نیرو ۹۱
چرخ دنده‌ی استوانه‌ای ۹۱
چرخ دنده‌ی کشویی ۹۱
چرخ‌ریسک‌آبی‌رنگ ۳۱۱
چرخ فلک افقی و حرکت ۷۱
چرخ و محور ۸۹
چرخش ۶۴
چرخش به دور محور ۲۰۴
چرخ‌ها ۸۸، ۸۹
چرخ‌های اتومبیل ۸۹
چرخ‌های اسکیت ۵۳
چرخه‌های زندگی **۳۰۵**
چرخه‌های یخچالی ۲۲۷
چرخه‌ی آب ۲۴۴
چرخه‌ی اکسیژن ۳۹
چرخه‌ی چهار ضربه‌ای ۹۲
چرخه‌ی رفتاری **۳۲۲-۳۲۳**
چرخه‌ی زندگی ستاره‌ها ۱۶۸
چرخه‌ی زندگی گیاهان ۲۵۵، ۲۶۲
چرخه‌ی سنگ **۲۱۷**
چرخه‌ی کربن ۴۴، ۴۵
چرخه‌ی ماه ۱۷۷
چرخه‌ی نیتروژن ۴۲، ۴۳
چسبندگی مایعات ۱۴
چشایی **۳۴۶**
چشم الکترونیکی ۱۵۴
چشم ساده ۲۹۹، ۳۱۷
چشم مرکب ۳۱۷، ۳۳۰
چشم هوریکن ۲۴۱
چشمه ۲۳۳
چشم‌ها ۲۹۰، ۲۹۲
چشم‌های جانوران ۳۱۷
چشم‌های دروغین ۳۲۰
چشم‌های مرکب ۲۹۶، ۲۹۷، ۳۳۳
چشمه‌های آب‌داغ ۲۱۳
چشمه‌های آبگرم و انرژی ۸۷
چشمه‌های داغ ۲۱۶
چکش و انرژی ۷۷
چکش‌خواری ۳۴
چگالی ۱۰، ۲۰، ۴۱، ۵۳، ۹۴، ۱۱۴، ۱۷۱
آب ۴۱
پلی‌تین ۵۳
خورشید ۱۷۱
چگونگی رشد ریشه ۲۵۷
چنار ۲۵۷
چنگال‌ها ۳۱۲
چوب درخت کاج ۲۸۰
چوب و رسانای گرما ۸۳
چهره‌نگاری رایانه‌ای ۱۵۶
چهره‌ی مریخ ۱۹۹
چیتاها ۳۲۴
چین ۱۳۴، ۲۸۲
چین‌خوردگی ۲۱۴، ۲۱۵
چین‌خوردگی‌های مخ ۳۴۵
چین‌خوردگی‌های معده ۳۵۹
چینی ۵۵
چینی لعاب‌دار ۱۳۰
چینی و سنگ ۲۴۸
چینی‌ها ۱۸۸
چینی‌ها و صورت فلکی ۱۶۷

ح

حاصلخیزشدن خاک و کرم‌های خاکی ۲۲۴
حفاظت گروهی ۳۲۴
حافظه‌ی اطلاعات جابه‌جاشونده(CCD) ۱۱۹
حافظه‌ی الکترونیکی ۱۴۸
حافظه‌ی دسترسی تصادفی (RAM) ۱۴۸
حافظه‌ی دیجیتال ۱۴۵
حالت زیگزاگی و مقاومت ۱۲-۱۳
حالت‌های ماده ۱۰، ۱۲، ۱۶
حباب‌صابون ۱۱۰
حباب‌هوا ۲۸۶
حباب‌های پتاسیم ۳۵
حباب‌های قوسی ۳۷
حباب‌های گاز ۲۹
حجم عطارد و زمین ۱۷۴
حدقه‌ی چشم ۳۴۲، ۳۴۸
حرارت ۱۷
حرّای گرمسیری ۲۷۵

حرکت(بدن) ۳۴۲، ۳۴۳
حرکت(جانوران) **۳۱۴**
حرکت (فیزیک) ۷۰، ۷۸
حرکات ارادی ۳۴۳
حرکات بدن ۳۱۸
حرکات چرخشی ۳۱۴
حرکات چرخشیِ سر ۳۴۷
حرکات غیرارادی ۳۴۳
حرکات ورقه‌های سازنده‌ی پوسته ۲۰۸
حرکت آوندی ۴۱
حرکت اتم‌ها ۴۳، ۴۵
حرکت اجسام ۶۶
حرکت استخوان‌ها ۳۳۸
حرکت الکترون‌ها ۱۲۷
حرکت با اسکلت بیرونی ۳۱۵
حرکت به پهلو ۳۱۴
حرکت پیچشی ۹۹
حرکت چرخشی ۲۴۵
حرکت خَمشی ۹۹
حرکت دایره‌ای ۷۱
حرکت دورانی جسم ۷۱
حرکت سریع در آب ۳۱۵
حرکت موتور ۹۲
حرکت موها ۳۵۰
حرکت واریزه‌ها ۲۲۳
حس‌بویایی ۳۲۲، ۳۴۶
حس‌شنوایی ۳۱۶
حس‌شنوایی قورباغه ۳۰۱
حس‌شیمیایی ۳۱۷
حس‌لامسه ۳۵۰، ۳۵۱
حساسیت به لمس در گیاهان ۲۷۳
حساسیت دستگاه ایمنی ۳۷۰
حساسیت زیاد نوک انگشتان‌دست ۳۵۰
حساسیت گیاهان **۲۷۲-۲۷۳**
حساسیت و گرده‌ی گیاهان ۲۶۷
حساسیت‌های خارجی ۳۷۰
حسگر ۱۱۹، ۳۷۶
حسگر حرارتی ۱۹
حسگر حس تعادل ۱۵۶
حسگر روبات ۱۵۵
حسگرهای با نیروی شارژ جفتی(CCD) ۱۴۵
حسگرهای پیشرفته ۲۳۹
حسگرهای تشعشعات ۱۸۹
حسگرهای حساس به لمس ۳۱۶
حسگرهای گوشتی ۳۱۶
حسگرهای لمسی ۱۵۶
حسی بینایی ۳۴۵
حشرات ۲۲۴، ۲۹۱، ۲۹۳، **۲۹۷**، ۳۰۵، ۳۱۴، ۳۱۷، ۳۳۰
حشرات و کشش سطحی ۱۴
حشرات و گرده‌افشانی ۲۶۷
حشرات و محصولات کشاورزی ۲۷۷
حشره‌خوار ۳۰۳
حشره‌خواران ۳۲۲
حصبه ۳۷۱
حفاظت از جانوران ۳۳۴
حفاظت در برابر شکارچی‌ها ۳۲۰
حفر چاه ۲۳۳
حفره‌های قلب ۳۵۲
حفره‌ی چیک‌سیلاب ۳۳۴
حفظ پیوند با تمیز کردن یکدیگر ۳۰۶
حفظ تعادل ۷۴، ۳۴۵، ۳۴۷
حفظ تناسب اندام ۳۶۸
حفظ حالت پایدار بدن ۳۵۶
حفظ حیات وحش ۳۲۵
حفظ خون و اندام‌های بدن و نیتروژن مایع ۴۲
حفظ گونه‌ها **۳۲۵**
حفظ منابع طبیعی ۶۰
حفظ و نگهداری موادغذایی ۸۴
حکاکی سیلیکان ۱۵۷
حلال ۱۹
حلال جامع ۴۰
حلزون خشکی آفریقایی ۲۹۹
حلزون دریایی و اسید بدن ۳۳
حلزون غول‌پیکر ۲۹۹
حلزونِ گوش ۳۴۷
حلزونِ مصنوعی ۳۷۵
حلزون‌ها ۲۸۶، ۲۹۹، ۳۱۵، ۳۲۷
حلزون‌های بدون صدف ۲۲۴
حلزونی دوتایی **نگاه‌کنیدبه** مارپیچ دو رشته‌ای
حلقه‌های آروماتیک(بودار) ۴۸
حلقه‌های اتمسفر خورشید ۱۷۰
حلقه‌های اورانوس ۱۸۱
حلقه‌های زحل ۱۸۰
حلقه‌های زهره ۱۸۶
حلقه‌های غضروفی شش‌ها ۳۵۵
حلقه‌های غضروفی نای ۳۵۴
حلقه‌های نپتون ۱۸۲
حلقه‌ی آتش ۲۱۰
حلقه‌ی آدامز ۱۸۲
حلقه‌ی سیکلوترون ۲۳
حلقه‌ی کربن ۴۸
حلقه‌ی له وریه ۱۸۲
حمام اسید ۳۲
حمام کردن ۳۶۸
حمل الوار ۷۸
حمل کننده‌ی کلسترول ۳۷۰
حمل و نقل اسیدسولفوریک ۳۶
حمل و نقل موادشیمیایی ۳۶
حمله‌ی دسته‌ای ۳۲۱
حمله‌ی قلبی ۳۷۰
حنا ۲۸۱
حنا روی دست‌ها ۲۸۱
حنجره ۳۵۵
حواس **۳۱۶**
حوضچه‌ها ۲۱۵
حوضچه‌ی آرتزین ۲۳۳
حوضچه‌ی کالوریس ۱۷۴
حوضچه‌ی نمک ۵۰
حیات ابتدایی بر روی زمین ۲۰۱
حیات در مریخ ۱۷۸، ۱۹۹
حیات فرازمینی **۲۰۰-۲۰۱**
حیوانات خانگی ۳۶۸

خ

خار ۲۹۹
خارپشت ۳۲۹
خاربوستان **۲۹۹**
خارهای تیز ۳۲۰
خارهای دفاعی ۲۷۵
خارهای کاکتوس ۲۷۵
خازن الکترولیتی ۱۳۸
خازن‌ها ۱۳۸
خازن‌های سرامیکی ۱۳۸
خاصیت ارتجاعی پوست ۳۶۷
خاصیت اسیدی ۲۲۳
خاصیت پلاستیکی ۶۹
خاصیت چکش‌خواری ۳۴
خاصیت کشسانی ۶۹
خاصیت مغناطیسی ۱۳۴
خاک **۲۲۴**، ۲۵۷، ۲۸۴
خاک حاصلخیز ۴۲
خاک‌رس ۲۲۴، ۲۸۰
خاک زراعی ۲۲۴
خاکبرگ ۶۱، ۲۲۴
خاکسترهای آتش‌فشانی ۲۲۳
خاک‌های شور و گیاهان ۲۷۴
خامه ۲۶۵، ۲۶۶
خانواده ۲۹۰
خانه‌سازی ۲۸۰
خانه‌ها و محیط‌زیست ۲۵۰
خاورمیانه ۲۸۱
ختمی درختی ۲۵۶
خدمات پست الکترونیکی ۱۵۳
خدمات اضطراری و ارتباط رادیویی ۱۴۷
خرچنگ ۲۲۸
خرچنگSNR ۱۶۹
خرچنگ مخملی ۳۲۶
خرچنگ نعل‌اسبی ۳۳۳
خرچنگ و زیست‌تابی ۱۱۱
خرچنگ ویولون‌زن ۲۹۶
خرچنگ‌ها ۲۸۶، ۲۹۱
خرچنگ‌های نابینا ۲۳۰
خرخاکی‌ها ۲۲۴
خرس قهوه‌ای ۳۰۴
خرطوم ۳۱۹
خرگوش ۱۰۰، ۳۱۷، ۳۲۷
خرمگس‌ها ۲۹۷
خروج از تخم ۳۰۵
خرید اینترنتی ۱۵۲
خز ۳۰۴
خزش خاک ۲۲۳
خزگیان ۲۶۱
خزندگان **۳۰۲**، ۳۰۹، ۳۲۸
خزندگانِ پرنده ۳۳۰
خزندگانِ خشکی‌زی منقرض شده ۳۳۱
خزندگانِ غول‌آسای دریایی ۳۳۰
خزندگانِ گردن‌دراز ۳۳۰
خزه‌ها ۲۴۶، ۲۴۹، ۲۵۵، ۲۶۰
خزه‌ی اسفاگنوم ۲۶۱
خسوف **نگاه‌کنیدبه** ماه‌گرفتگی
خشخاش ۲۷۹
خشک‌رُست ۲۷۴، ۲۷۵
خشکی‌ها ۲۰۴، ۲۲۷
خشکی‌های زمین ۲۳۶
خط آب ۹۴
خط استوا ۱۶۷، ۲۳۶، ۲۴۱، ۲۴۷، ۳۲۵،
خط بریل ۳۵۰
خط پلیمسول ۹۴
خط گسل در الجزایر ۲۱۱
خطای چشم ۱۱۴
خطای دید ۱۱۴
خطر تشعشع ۸۴
خطوط انتقال نیرو ۳۴
خطوط نیرو ۱۳۳
خطوط هم‌فشار ۲۳۵
خطوط هوایی و فشار هوا ۷۵
خفاش ۳۰۴
خفاش و صدا ۱۰۳
خفاش‌ها و گرده‌افشانی ۲۶۷
خفاش‌های میوه‌خوار ۳۱۷
خفه کردن شکار ۳۲۱
خلبان و صوت ۱۰۲
خلبان و فشارهوا ۷۴
خلبان‌های جنگنده‌ها و فشار هوا ۷۴
خلیج مکزیک ۳۳۴
خم‌کنندگی جرم ۷۳
خم‌کننده‌ی انگشتان ۳۴۲
خمیر حنا ۲۸۱
خمیر کاغذ ۶۱
خمیرکردن کاغذ ۲۸۰
خمیر نان ۲۹
خمیرمایه ۲۹
خنثی‌سازی ۳۳
خنک‌ساز رآکتور ۸۶
خواب زمستانی ۳۲۳
خواص فلزی ۳۴
خواص ماده ۱۰
خواننده‌های اپرا ۱۰۵
خودتنظیمی ۳۵۶
خودرو **نگاه‌کنیدبه** اتومبیل
خوردن غذاهای پرچرب ۳۷۰
خورشید ۸۳، ۱۱۱، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۵، ۱۶۶، **۱۷۰-۱۷۱**، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۸۵، ۱۹۶، ۲۲۹، ۲۳۶، ۲۳۸، ۲۴۴، ۲۴۸، ۳۲۳، ۳۲۷
خورشید و انرژی هسته‌ای ۸۶
خورشید و گرانش ۷۳
خورشیدگرفتگی ۱۷، ۱۷۰
خورنده‌ها ۳۳
خوشه‌ی آندرومدا ۱۶۵
خوشه‌ی سنبله ۱۶۵
خوشه‌ی کهکشانی ۱۶۳، ۱۶۵
خون ۲۹۲، ۲۹۳، ۳۱۴، ۳۳۸، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۶، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۷۰
خونِ سینوسوئیده ۳۶۰
خون‌رسانی ۳۷۰
خون‌سرد ۳۰۱، ۳۰۲
خون‌گرم ۳۰۳، ۳۰۴
خون مکیدن ۳۲۵
خیار دریایی ۲۹۹

د

دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (DNA) ۳۶۴
داده‌های دیجیتال ۱۴۳
دارزی(گیاه) ۲۷۴
دارکوب‌سانان ۳۰۳
دارواش ۲۷۰
داروها ۵۱
داروها وترکیب کربنی ۴۸
داروها و کربن ۴۹
داروهای جدید ۳۷۶
داروهای ضددرد ۲۷۹
داروهای ضدسرطان ۳۷۱
داروهای گیاهی ۲۷۹
داروین، چارلز ۳۲۹، ۳۳۳
داشبورد اتومبیل ۵۷
داگوئر، لوئیس ۱۱۸
دالتون، جان ۲۲
دامنه‌های مغناطیسی ۱۳۲
دامنه‌ی آدرس اینترنتی ۱۵۲
دامنه‌ی صدا ۱۰۲
دامنه‌ی موج ۱۰۹، ۱۴۳
دامنه‌ی موج رادیویی ۱۴۳
دامنه‌ی وب‌سایت ۱۵۲
دانشمندان
آلمانی ۷۳، ۸۲، ۱۳۰، ۱۴۱، ۲۰۹
آمریکایی ۱۳۶، ۱۴۲، ۱۵۶، ۱۶۴، ۱۷۶، ۱۸۳، ۱۸۸، ۲۳۰، ۲۷۶
اسکاتلندی ۲۸۳، ۳۵۴
انگلیسی ۲۲، ۱۳۳، ۱۳۵، ۶۳، ۶۴، ۱۶۹، ۱۸۵، ۲۰۴، ۲۰۷، ۲۲۰، ۳۲۹
ایتالیایی ۱۲۹، ۱۸۶، ۲۳۵
دانمارکی ۲۴، ۱۳۴
روسی ۲۶
سوئدی ۲۵۴
فرانسوی ۲۸۴
کروات ۲۰۶
کشاورزی ۲۷۶
هلندی ۱۱۸، ۲۸۵
یونانی ۱۱، ۹۴
دانکلئوستوس ۳۲۸
دانلود کردن **نگاه‌کنیدبه** بارگذاری

دانمارک ۲۵۱
دانه‌ی برف ۲۴۵
دانه‌ی گرده ۲۶۶
دایمترودون ۳۳۰
دایناسور لگن مارمولکی ۳۳۱
دایناسور منقار اردکی ۳۳۱
دایناسورها ۱۶۳، ۲۲۰، ۲۲۱، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۴
دایناسورهای گوشت‌خوار ۳۳۱
دایناسورهای لگن پرنده‌ای ۳۳۱
دختران ۳۶۷
درجه‌ی سلسیوس ۸۰
درخت بلوط شکاف‌دار ۲۶۸
درخت کوئیور ۲۴۷
درخت‌مو ۲۵۹
درختان **۲۶۸**
درختان برگ‌پهن ۲۶۸
درختان برگ‌ریز ۲۶۸، ۲۶۹
درختان پهن‌برگ ۲۴۶
درختان چوب‌سرخ ۲۶۴
درختان حرّا ۲۷۵
درختان خزان‌شونده ۲۶۸، ۲۶۹
درختان کاج ۲۳۷
درختان همیشه‌سبز ۲۶۴، ۲۶۸، ۲۶۹
درخشش فسفری ۲۷
دردِ ناشی از سوختگی ۳۵۰
درزهای انبساطی پل فلزی ۱۲
درمان آب مروارید چشم ۳۷۵
درمان بیماری‌ها ۳۷۲
درمان دیابت و گیاهان ۲۷۹
درمانِ روانی ۳۷۳
درمانِ روماتیسم ۲۷۹
درمانِ سرطان ۸۴، ۳۷۶
درو با کُمباین ۲۷۷
دروازه‌های منطقی ۱۴۱
دروزرا ۲۷۱
درونِ اتم ۱۲۶
درونِ چوب ۲۶۸
درونِ خورشید ۱۷۱
درونِ معده ۳۵۹
دره‌های Uشکل ۲۲۲، ۲۲۶، ۲۲۷
دره‌ی Vشکل ۲۳۲
دره‌ی ریفتی ۲۳۰
دریا و امواج ۹۸
دریاچه‌ها **۲۳۳**، ۲۴۲
دریاچه‌های هلالی ۲۳۳
دریاچه‌های یخچالی ۲۳۳
دریاچه‌ی ارومیه ۲۳۳
دریاچه‌ی دهانه‌ای ۲۱۳
دریافت پیام‌های درکِ زبان ۳۴۵
دریاها ۲۲۵، ۲۳۲، ۲۴۰، ۲۸۶، ۲۹۴، ۳۲۲
دریاهای شور ۲۲۶
دریای سرخ ۲۰۸
دریای کارائیب ۲۱۳
دریای مدیترانه ۲۸۰
دریچه‌بند پیلوری **نگاه‌کنیدبه** اسفنکترپیلور
دریچه‌های قلب ۳۵۲
دریچه‌های معیوب قلب ۳۷۵
دریک، فرانک ۲۰۱
دستِ جنین ۳۶۳
دستِ مصنوعی ۱۵۵، ۳۷۶
دسترسیِ اینترنتی ۱۵۲
دستکاری ژنی ۲۷۸
دستکشِ کولار ۵۶
دستگاه آندوسکوپی ۵۴
دستگاه اُپتوالکترونیک **نگاه‌کنیدبه** دستگاه الکترونیک نوری
دستگاه ادراری **نگاه‌کنیدبه** دستگاه دفع ادرار
دستگاه اسکلتی ۳۳۸، **۳۴۰**
دستگاه الکترونیکی ۳۷۶
دستگاه الکترونیک نوری ۱۳۹
دستگاه ایمنی ۳۵۳، **۳۵۷**، ۳۷۰، ۳۷۱
دستگاه پخش سی‌دی (CD) ۱۰۸
دستگاه پخش موسیقی ۱۰۹
دستگاه پرتودرمانی ۸۴
دستگاه پوستی ۳۳۸
دستگاه تبدیل الکتریسیته ۱۳۴
دستگاه تعادلی در گوش‌داخلی ۳۴۷
دستگاه تنظیم‌کننده‌ی ضربان قلب ۳۷۵
دستگاه تنفس ۲۹۳، ۳۳۸، **۳۵۴**
دستگاه تولیدمثل ۳۳۸، **۳۶۲-۳۶۳**
دستگاه تولیدمثل زن ۳۶۲
دستگاه تولیدمثل مرد ۳۶۲
دستگاه درون‌ریز ۳۳۸، ۳۴۴، **۳۵۶**
دستگاه دفع ادرار ۳۳۸، **۳۶۱**
دستگاه شبیه‌ساز ۳۷۴
دستگاه شنوایی گوش ۳۴۷
دستگاه ضبط نوار ویدیویی ۱۴۵
دستگاه ضربان‌ساز **نگاه‌کنیدبه** دستگاه تنظیم کننده‌ی ضربان قلب
دستگاه عصبی ۳۱۶، ۳۳۸، ۳۳۹، **۳۴۴-۳۴۵**
دستگاه عصبی پیرامونی ۳۴۴
دستگاه عصبی خودمختار ۳۴۵
دستگاه عصبی مرکزی ۳۴۵
دستگاه قرقره ۹۰
دستگاه کنترل از راه دور ۱۳۹
دستگاه کنترل تلویزیون ۱۳۹
دستگاه گردش خون ۲۹۳، ۲۹۲، ۳۳۸، **۳۵۲**، ۳۵۴، ۳۶۸
دستگاه گردش خون باز ۲۹۳
دستگاه گردش خون بسته ۲۹۳
دستگاه گوارش ۲۸۴، ۳۳۸، **۳۵۸**
دستگاه گوارش حشرات ۲۹۷
دستگاه لرزه‌نگار ۲۱۱
دستگاه لنفی ۳۳۸، ۳۵۷
دستگاه لیزر ۱۱۲
دستگاه ماهیچه‌ای **۳۴۲**
دستگاه مفصلی بینی ۳۷۵
دستگاه نمایش اسلاید ۱۱۵
دستگاه نمایش فیلم ۱۲۰
دستگاه‌های اُپتیکال **نگاه‌کنیدبه** دستگاه‌های نوری
دستگاه‌های الکترونیکی ۱۰۹
دستگاه‌های الکتریکی ۱۲۸
دستگاه‌های اندازه‌گیری
نیوتون‌متر ۶۴
نیومتر ۶۴
دستگاه‌های بدن **۳۳۸**
دستگاه‌های پخش DVD ۱۳۹
دستگاه‌های ردیاب وضع هوا ۲۳۹
دستگاه‌های سیگنال‌دهنده ۱۳۹
دستگاه‌های نوری ۱۱۳
دسیبل (dB) ۱۰۲
دشت باتلاقی ۲۴۶
دشت‌های سیلابی ۲۳۲
دشت‌های مغاکی ۲۳۰
دعوای قلمروی جانوران ۳۲۴
دفاع **۳۲۰-۳۲۱**
دفاع از خود و اسید بدن ۳۳
دفاع شیمیایی ۲۷۹
دفاع گیاهان ۲۷۴
دفع موادزایدِ بدن ۳۶۱
دفع نمک اضافی بدن ۳۲۹
دفن زباله ۶۰
دکل‌های برق ۱۳۰، ۱۳۱
دکل‌های نفتی ۱۵۴
دگردیسی ۳۰۱، ۳۱۰
دگردیسی‌کامل ۳۰۵
دگردیسی ناقص ۳۰۵
دگرلقاحی ۲۶۷
دلتاها ۲۳۲
دلتای روسی ۲۳۲
دلفین‌ها ۳۰۴، ۳۲۸
دلفین‌ها و پژواک ۱۰۷
دلفین‌های پوزه بطری شکل ۳۱۹
دم ۳۵۵
دُم بادبزنی ۲۹۶
دُمِ دایناسور ۳۳۲
دُمِ گازی دنباله‌دار ۱۸۵
دم هواپیما ۹۷
دم یونی دنبالدار ۱۸۵
دما ۸۰، ۸۱
دما و گیاهان ۲۷۲
دم اسبیان ۲۵۵، ۲۶۰
دم اسبیان غول‌پیکر ۲۶۰
دم اسبیان قدیمی ۲۶۰
دماسنج ۲۰، ۸۰، ۸۱
دماسنج طبی ۸۱
دماسنج کوره ۵۵
دمای بدن ۸۱
دمای بدن انسان سالم ۸۰
دمای درون خورشید ۸۱
دمای مطلق ۸۰
دمای هوا و طول روز ۲۳۷
دمای هوای قطب ۲۳۷
دمبرگ ۲۵۶
دموسپونژها ۲۹۴
دموسپونژیه ۲۹۴
دنبالچه ۳۴۰
دنباله‌دار تمپل تول ۱۸۵
دنباله‌دار وایلد ۵۸
دنباله‌دار هاله بوپ ۱۸۵
دنباله‌دار هالی ۱۸۵
دنباله‌دارها ۵۸، ۱۷۲، **۱۸۵**
دنباله‌دارها و گرانش ۷۳
دندان آسیاب ۳۱۳
دندان ببر ۳۱۳
دندان بزرگ‌نیش ۳۱۳
دندان و کامپوسیت‌ها ۵۷
دندانه ۲۹۹
دندان‌ها ۲۹۲، ۳۳۲، ۳۵۸، ۳۶۸
آسیای بزرگ ۳۵۸
آسیای کوچک ۳۵۸
پیشین ۳۵۸
دائمی ۳۵۸
شیری ۳۵۸
نیش ۳۳۲، ۳۵۸
دندریت ۳۴۴
دنده‌ها ۸۸، ۹۱
دنده‌های بدن ۳۴۰
دنیای مجازی ۱۴۹
دوازدهه ۳۵۹
دوبالان ۲۹۷
دوپینگ ۱۴۲
دوجنسی ۲۹۴
دوچرخه ۵۷
دوچرخه و تنه‌ی فیبر کربنی ۴۹
دوچرخه‌سوار و انرژی ۷۸
دوچرخه‌سواری ۳۶۸
دود ۲۵۰
دود اگزوز موتورها ۲۵۰
دود حاصل از آتش ۲۵۰
دودو ۳۳۴
دوده‌ی سوخت ناقص ۲۵۰
دوران بارداری ۳۶۲
دوران پیری ۳۶۷
دوران زمین ۲۲۱
دوران کودکی ۳۶۶
دوران‌های زندگی ۳۳۰
دوربین **۱۱۸**، ۱۱۹، ۱۸۹
تلویزیونی ۱۴۵
جعبه‌ای ۱۱۸
حرفه‌ای ۱۴۵
حساس به گرما ۸۱، ۸۳
خانگی ۱۴۵
دوچشمی ۱۱۷
دیجیتال ۱۱۸
ردیابی فضا ۱۹۷
سنتی ۱۱۸
شبکه‌ای ۱۴۹
عکاسی ۱۲۱
فیلمبرداری ۱۲۱
فیلمی ۱۱۸
گرماسنج ۸۱
گوشی همراه ۱۴۰
و بازتاب ۱۱۳
ویدیویی حرفه‌ای ۱۴۵
دوربینی ۱۱۵
دوره‌های‌زمین شناسی ۲۲۱
اردویسین ۲۲۱
پرمین ۲۲۱
ترسیر ۲۲۱
ترپاس ۲۲۱
دونین ۲۲۱
ژوراسیک ۲۲۱، ۳۳۳
سیلورین ۲۲۱
کامبرین ۱۶۳، ۲۲۱
کربونیفر ۲۲۱
کرتاسه ۲۲۱
کواترنر ۲۲۱
مزوزوئیک ۳۳۴
دوره‌ی بارداری ۳۰۵، ۳۰۹
دوره‌ی رکود ۳۲۲، ۳۲۳
دوره‌ی رکود تابستانی ۳۲۳
دوره‌ی قاعدگی ۳۶۷
دوری از خطر ۳۱۶
دوزندگی و لیزر ۱۱۲
دوزیستان **۳۰۱**، ۳۰۹، ۳۲۸، ۳۳۰،
دوزیستان بدون دم ۳۰۱
دوزیستان بی‌دست و پا ۳۰۱
دوزیستان دم‌دار ۳۰۱
دوکفه‌ای‌ها ۲۹۹
دولپه‌ای‌ها ۲۶۵
دونده و سرعت ۷۱
دویدن ۳۶۸
دهان ۳۵۸
دهان گِردان ۳۰۰
دهان نماتود ۲۹۵
دهانه های آتش فشان ۱۸، ۲۳۳
دهانه های برخوردی ۱۷۴، ۱۸۴
دهانه ی رود ۲۲۵
دهلیز ۳۵۲
دهلیز چپ ۳۵۲
دهلیز راست ۳۵۲
دهلیز گوش ۳۴۷
دی اکسید سیلیکان ۵۸، ۱۴۲
دی‌اکسیدکربن ۲۹، ۴۵، ۶۱، ۱۷۵، ۱۷۸، ۲۲۳، ۲۳۴، ۲۵۰، ۲۵۴، ۲۵۶، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۸، ۳۳۸، ۳۵۴، ۳۵۵
دی‌اکسید گوگرد ۲۵۰
دی‌اکسیدمنگنز ۱۲۹
دی‌اکسیدنیتروژن ۳۱

دی.ان.ای. (DNA) ۴۶، ۴۷، ۲۷۸
دیابت ۳۷۰
دیاپازون ۱۰۴
دیاتوم ها ۲۸۷
دیافراگم ۱۰۸، ۳۵۵
دیجیتال ۱۰۹، ۱۱۸، ۱۱۹
دیجیتال ۱۰۹، ۱۲۱، ۱۴۰، ۱۴۳
دید در تاریکی ۳۱۶
دید دوچشمی ۳۱۶
دید رنگی ۳۴۸، ۳۴۹
دید سه‌بعدی ۱۵۵
دیرین‌شناسان ۲۲۱، ۳۳۲
دیرین‌شناسی **۳۳۲-۳۳۳**
دیسک سخت ۱۴۸
دیسک فشرده‌ی مادر ۱۰۹
دیسک فشرده (سی‌دی) ۱۰۸
دیسکاوری ۱۹۱
دیموس ۱۷۸
دینام اتومبیل ۱۲۹
دینام و تولید برق ۷۰
دینامیک **۶۶**
دینوتریوم ۳۲۸
دیوارها ۲۸۳
دیواره‌ی پیازمو ۳۵۱
دیواره‌ی چشم هوریکن ۲۴۱
دیواره‌ی رحم ۳۶۷
دیواره‌ی سرخرگ ۳۷۰
دیواره‌ی سلولی ۲۵۶، ۲۸۴
دیواره‌ی سوراخ‌دار کلنی ۲۹۴
دیواره‌ی معده ۳۵۹
دیودهای لیزری ۱۳۹
دیودهای نورانی (LED) ۱۳۹
دیودهای نورانی (ساطع کننده‌ی نور) ۱۳۹

ذ

ذات‌الریه ۳۷۱
ذخایر تجدیدناپذیر ۲۴۹
ذخیره کردن غذا ۳۱۳
ذخیره‌ی آب در گیاهان ۲۷۵
ذخیره‌ی انرژی ۳۳۹
ذخیره‌ی چربی ۳۰۴
ذخیره‌ی دیجیتال ۱۰۹
ذخیره‌ی غذایی ۲۶۲
ذرات ۱۱
ذرات آهن داغ ۸۰
ذرات باردار ۱۷۱، ۱۷۶
ذرات جامد ۱۶
ذرات چربی در آب ۱۸
ذرات خارجی در نای ۳۵۵
ذرات رسوبی ۲۱۸
ذرات زیر میکروسکوپ ۱۱
ذرات غبار ۱۸، ۱۸۲
ذرات گاز ۱۵، ۱۶
ذرات ماسه ۱۱
ذرات مایع ۱۴، ۱۶
ذرات یخ ۸۰
ذرت ۲۷۶، ۲۷۷
ذره‌بین ۱۱۵
ذره‌ی آلفا ۸۴
ذره‌ی نور ۱۱۰
ذره‌ی ویروسی ۳۷۱
ذغال سنگ **نگاه‌کنیدبه** زغال‌سنگ
ذوب حاشیه‌ای ۲۱۴
ذوب شدن ۱۶
ذیمقراطیس ۱۱

ر

رآکتور شکافتی ۸۶
رابط‌های سه‌میله‌ای ۱۲۸
رادار ۱۰۷، ۲۰۵
رادارهای هواشناسی ۲۳۹
رادیاتور شوفاژ و تشعشع ۸۳
رادیو ۹۸، **۱۴۳**، ۱۴۶
رادیو و الکتریسیته ۱۲۸
رادیواکتیو **۸۴**
رادیواکتیویته ۸۵
رادیواکتیویته‌ی زیانبار ۸۴
رادیوتراپی **نگاه‌کنیدبه** پرتودرمانی
رادیوتلسکوپ آرسیبو ۲۰۰
رادیوتلسکوپ‌ها ۱۸۶، ۱۹۶، ۲۰۱
رادیوم ۲۹
رادیومتر ۲۲۱، ۲۳۹
رادیومتری ۲۲۱
رادیوی ای ام ۱۴۳
رادیوی دیجیتال ۱۴۳
راست روده ۳۵۸
راست‌بالان ۲۹۷
راسته ۲۹۰
راسل، چارلز ۱۲۱
راسو ۳۲۷
راش ۲۶۸
رافلزیا ۲۷۰
راکت‌های تنیس ۵۷
راکون‌ها ۳۱۳
راکی ۲۱۴
ران ۳۱۴
رانش در پرواز ۹۶
رانش زمین ۲۲۳
راولفیا ۲۷۹
راه شیری ۱۶۴، ۱۶۵
راه‌پیمایی در فضا ۱۹۳
راه رفتن روی آب جانوران ۷۴
راه‌های جدید درمان ۳۷۶
راه‌های جلوگیری از بیماری‌ها ۳۷۲
راه‌یابی زیردریایی ۱۰۳
رایانه و پزشکی ۳۷۴
رایانه و موسیقی ۱۰۹
رایانه‌ها ۳۶، ۵۹، ۱۱۲، ۱۲۱، ۱۳۱، ۱۳۸، ۱۴۱، **۱۴۸**، ۱۵۰
خانگی ۱۵۲
شخصی ۱۴۹
شخصی قابل نصب ۱۴۹
لپ‌تاپ ۱۵۷
رایانه‌ی مادر ۱۵۰
رایانه‌ی وب سایت (وب سرور) ۱۵۲
رایت، ادوارد ۱۹۳
رباط ۳۱۴
رتیل پا قرمز مکزیکی ۲۹۸
رحم ۳۴۳، ۳۶۲
ردپاهای دایناسورها ۳۳۲
ردپاهای فسیلی ۳۳۲
رده ۲۹۰
رده‌بندی ۲۹۰
رده‌بندی شیر ۲۹۰
رده‌بندی گیاه آلاله ۲۵۵
رده‌بندی گیاهان **۲۵۴**
رده‌ی پرندگان ۳۰۳
رده‌ی پستانداران ۳۰۴
رده‌ی حشرات ۲۹۷
رده‌ی خزندگان ۳۰۲
رده‌ی عنکبوتیان ۲۹۸
ردیاب صوتی ۲۳۰
ردیاب هایگنس ۱۹۸
ردیابی عفونت در شش‌ها ۳۷۳
ردیابی لرزش‌ها ۲۱۱
رزرپین ۲۷۹
رزنانس ۱۰۴
رزولوشن **نگاه‌کنیدبه** وضوح
رزوه و نیرو ۹۱
رزیلین ۳۱۵
رزین ۴۹، ۵۷
رزین درختی ۳۳۳
رزین‌های درخت و یخ‌زدگی ۲۶۹
رُزلب ۱۸
رژیم غذایی ۳۲۳، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۲
رس ۲۱۸، ۲۲۵، ۲۳۳
رساناها **۱۳۰**
رساناهای الکتریکی ۳۴
رساناهای گرمایی ۸۳
رسانای الکتریسیته و پارچه ۵۹
رسانایی الکتریکی ۱۵۹
رسانش **نگاه‌کنیدبه** هدایت
رسوب ۲۲۵
رسوب چربی ۳۷۰
رسوبات **۲۲۵**
رسوبات بستر اقیانوس ۲۱۴
رسوبات دهانه‌ی رودخانه ۲۲۵
رسوبات رودخانه‌ای ۲۳۲
رسوب‌گذاری ۲۲۵
رشته کوه‌ها ۲۱۴، ۲۱۵
رشته کوه‌های اقیانوسی ۲۰۹
رشته کوه‌های بزرگ زمین ۲۱۴
رشته کوه‌های کف اقیانوس‌ها ۲۰۹
رشته کوه‌های همرسلی ۲۰۶
رشته‌های عصبی ۳۴۴، ۳۴۵
رشته‌های فیبرین ۳۵۳
رشته‌های ماهیچه ای ۳۴۳
رشته‌های نخینه ۲۸۲
رشته‌ی عصبی ۳۷۵
رشته‌ی میان اقیانوسی ۲۰۹
رشد استخوان‌ها ۳۶۶
رشد جلبک‌ها ۲۸۷
رشد جمجمه ۳۶۶
رشد دانه ۲۶۲
رشد در انسان **۳۶۶**
رشد در جانوران **۳۱۰-۳۱۱**
رشد موها ۳۶۷
رشد مهارت‌ها در کودکان ۳۶۶
رشدونمو ۳۳۸، ۳۵۶
رصدخانه‌ها ۱۸۷
آنتاریوی کانادا ۱۷۱
اسپیتزر ۱۹۷
پالومار ۱۸۶
پرتو ایکس چاندر ۱۹۶
پرتو گاما ۱۹۶
جنوبی اروپا ۱۸۷
رادیویی دانشگاه کمبریج ۱۶۹
سوهو (SOHO) ۱۹۶
فضایی ۱۸۷، **۱۹۶-۱۹۷**
فضایی اروپا ۱۱۷
کاپتون ۱۹۶
لادل ۱۸۳
موناکیا ۱۸۷
ویلسون ۱۶۴
رطوبت ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴
رطوبت نسبی ۲۴۳
رعد و برق ۲۴۱، ۲۴۳
رفتار امواج زلزله‌ای ۲۱۱
رفتار جانوران و فصل‌ها ۲۳۷
رفتار شامپانزه‌ها ۳۱۸
رفتار صوت ۱۰۶
رفتارهای غریزی جانوران ۳۲۲
رقابت شدید بین گونه‌ها ۳۲۵
رقص آیینه‌ای ۳۰۷
رکتوپتریکس ۲۲۱
رگ لنفی ۳۵۷
رگبار شهابی لئونیدز ۱۸۵
رگبارهای شهابی ۱۸۵
رگ‌ها ۳۳۸
رگ‌های خونی ۳۴۸، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۷، ۳۶۰، ۳۶۱
رگ‌های خونی شش‌ها ۳۵۴
رگ‌های خونی کلیه ۳۶۱
رگ‌های خونی و گیاهان دارویی ۲۷۹
رگ‌های لنفی ۳۵۷
رله‌ی پیام‌های تلفنی **نگاه‌کنیدبه** بازپخش پیام‌های تلفنی
رماتیسم مفصلی ۳۷۰
رنگ ۱۰، ۵۰، **۱۲۲-۱۲۳**، ۱۴۵
رنگ بدن دایناسورها ۳۳۲
رنگ چشم ۳۶۵
رنگ سرخ آب دریا ۲۸۷
رنگ و کربن ۴۸، ۴۹
رنگدانه‌ها ۱۲۳، ۲۵۴
رنگدانه‌های سبز ۲۵۸
رنگ-سپهر **نگاه‌کنیدبه** کروموسفر
رنگ‌نگاری ۲۱
رنگ‌نگاری کاغذی ۲۱
رنگ‌نگاری لایه‌ی نازک (TLC) ۲۱
رنگ‌های امولسیونی ۱۸
رنگ‌های ضدآتش ۳۷
رنگ‌های طبیعی ۲۸۰
رنگیزه‌ها ۲۸۶
رنگین‌کمان ۱۲۲، ۲۴۴
روانکاری ماشین‌آلات ۶۸
روبات‌ها **۱۵۴**، ۱۵۶
ER۲ ۱۵۴
آپورچونیتی ۱۹۹
اسپریت ۱۹۹
جوشکار ۱۵۴
در کارخانجات ۱۵۴
فوتبالیست ۱۵۴
کاگ ۱۵۷
میکرونی خیالی ۱۵۷
در پزشکی ۳۷۴
احساسی ۱۵۶
انسان‌نما ۱۵۴، ۱۵۵
جراح ۳۷۴
خانگی ۱۵۴
صنعتی ۱۵۴
روباه ۳۲۷
روباه فنک ۳۱۷
روبوکاپ ۱۵۴
روپوست ۲۵۷، ۲۵۸
روپوست بالایی ۲۵۶
روتور ۱۳۶، ۱۳۶، ۱۵۷
رود کلرادو ۲۲۲
رود لنا ۲۳۲
رودخانه فرات ۲۴۸
رودخانه‌ها ۴۰، ۲۲۵
رودخانه‌های کوهستانی ۲۳۲
رودخانه‌ی دورا ۲۳۲
روده‌ها **۲۳۲**، ۲۹۳، ۳۴۳، ۳۵۸، ۳۵۹
باریک ۳۵۷
بزرگ ۳۵۸، ۳۵۹
کوچک ۳۵۸، ۳۵۹
روز و شب ۲۰۵
روزنه‌ها در شب و روز ۲۵۹
روزنه‌های گیاهان ۲۵۹
روزهای تابستانی ۲۳۷
روس‌ها و برنامه‌های فضایی ۱۸۸
روس‌ها و فضانوردان ۱۹۰

روسیه ۲۱۳
روش عکاسی داگوئر ۱۱۸
روشنایی ۱۲۶، ۱۲۸
روش‌های درمانی سرطان ۳۷۱
روغن اسطوخودس ۲۸۰
روغن موتور ۴۴
روغن‌کاری ۶۸
روغن‌های معطر ۲۸۰
روماتیسم ۲۷۹
رومی‌ها و صورت فلکی ۱۶۷
روی ۳۴، ۱۲۹
رویان ۲۶۲، ۲۶۶، ۳۰۸، ۳۶۳
رویش دانه‌ی گرده ۲۶۶
رویش گیاهان ۲۳۶، ۲۶۳
رویش گیاهان و فصل ها ۲۳۷
رویش گیاهی زیست گاه ۲۴۶
ریاضیدان ۱۴۱، ۱۸۵، ۱۸۶
ریخته‌گری تزریقی ۵۲
ریزپردازنده‌ی رایانه ۱۴۹
ریزتراشه‌ها ۵۹، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۵، ۱۴۷، ۱۴۹
ریزتراشه‌های حافظه ۱۱۹
ریزتراشه‌های حساس به نور ۱۱۹، ۱۴۴
ریزتکثیری ۲۷۸
ریزدنده‌ها ۱۵۷
ریزسرخرگ **نگاه کنید به** سرخرگچه
ریزسیاهرگ **نگاه کنید به** سیاهرگچه
ریزش باران ۲۳۸
ریزش و لغزش گسترده ۲۲۲، ۲۲۳
ریزموتورهای سیلیکانی ۱۵۷
ریزموج **نگاه کنید به** مایکروویو
ریزوبیوم ۲۸۴
ریزوم ۲۶۲
ریزوم زنبق ۲۶۲
ریشتر ۲۱۱
ریشه ۲۵۷
ریشه‌چه ۲۶۳
ریشه‌کنی فلج اطفال ۳۷۲
ریشه‌ها ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۶۹
ریشه‌های راست بلند ۲۵۷
ریشه‌های عصبی ۳۴۵
ریشه‌ی دندان ۳۵۸
ریشه‌ی راست ۲۵۷
ریشه‌ی شبکه‌ی انبوه ۲۵۷
ریشه‌ی فرعی ۲۵۷
ریشه‌ی گیاهان ۴۳
ریشه‌ی متورم ۲۶۲
ریشه‌ی مو ۳۵۱
ریف‌های مرجانی ۲۳۱، ۲۴۷، ۲۲۸
ریلوبیت‌ها ۲۲۱
ریودوژانیرو ۲۵۰

ز

زئوپلانکتون‌ها ۲۸۷
زاد و ولد در اسارت ۳۲۵
زالوها ۲۹۵
زانو ۳۱۴، ۳۷۵
زانوی صدمه دیده ۳۷۵
زباله و دفن آن ۶۰
زباله‌ها ۲۵۰
زبان C ۱۴۸
زبان جانوران ۳۱۹
زبان در بدن ۳۴۶
زبان رایانه ۱۴۸
زبانه‌های خورشیدی ۱۷۰، ۱۷۱
زجاجیه ۳۴۸
زحل (ستاره) ۱۶۷
زحل (سیاره) ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۸۰**، ۱۸۵، ۱۹۸
زرافه ۲۹۰
زردآلو ۲۶۳
زردپی ۳۴۳
زعفران ۲۷۲
زغال قیر ۲۴۹
زغال و انرژی ۷۷
زغال‌سنگ ۴۴، ۸۶، ۱۳۱، ۲۴۹، ۲۵۱، ۲۶۱
زغال‌سنگ نارس ۸۶، ۲۴۹
زغال‌سنگ ناقص ۲۶۱
زلزله‌ها ۹۹، ۲۱۱، ۲۱۳، ۲۲۹
زمان تولید مثل ۳۱۸
زمان در زمین‌شناسی **۲۲۱**
زمان گلدهی ۲۷۲
زمان سنج دقیق ۷۳
زمرّد ۲۱۷
زمستان ۲۳۷، ۳۲۲
زمستان و درختان ۲۶۸
زمستان و گیاهان ۲۶۹، ۲۷۲
زمستان‌خوابی گیاهان ۲۷۲
زمین ۱۶۰، ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۷۶**، ۲۰۵، ۲۴۴
زمین ساخت ورقه‌ای **۲۰۸**
زمین‌شناسان ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۹، ۲۲۱
زمین‌شناسی ۲۲۰
زمین فیزیکدان ۲۰۶، ۲۰۹
زمین‌لرزه **۲۱۰**
زمین‌های آب‌دار ۲۳۳
زنبور عسل و آفت کش‌ها ۲۷۷
زنبورها ۲۶۷، ۳۱۴
زنبورهای تعلبی ۳۰۷
زنجیره‌های اسید آمینه ۴۶
زنجیره‌های پلیمر ترموپلاستیک ۵۳
زنجیره‌های پلیمر ترموست ۵۳
زنجیره‌های غذایی ۲۷۶، ۳۲۶، ۳۲۷
زنجیره‌های ملکولی پیچیده ۵۶
زنجیره‌ی غذایی دریا ۲۹۶
زنجیره‌ی قند فسفاته ۳۶۴
زنجیره‌ی کربن ۴۸
زندزبرین ۳۱۴، ۳۴۰
زندزیرین ۳۱۴، ۳۴۰
زندگی انگلی گیاهان ۲۷۰
زندگی با پس‌مانده‌ی غذا ۳۲۵
زندگی پیش از تاریخ **۳۳۰**
زندگی در گروه‌های خانوادگی ۳۱۱
زندگی سالم ۳۷۲
زندگی گروهی ۳۲۴
زنگ ساعت ۱۰۰
زنگ‌زدگی ۳۱، ۳۲
زنگ‌زدگی و آلیاژها ۳۵
زنگ‌زدن آهن ۳۰
زنون ۳۷
زوال آلفا ۸۴
زوال بتا ۸۴
زوج مقلد ۳۰۶
زودیاک ۱۸۶
زوزه ۳۱۸
زوزه کشیدن گرگ‌ها ۳۱۸
زه و انرژی ۷۶
زهره ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۷۵**، ۱۹۸
زهرهای بدبوی گیاهان ۲۷۴
زیر آب و فشار آب ۷۵
زیردریایی ۹۵
زیردریایی‌ها و فشار آب ۷۵
زیردریایی‌های کوچک ۱۵۴
زیست‌تابی ۱۱۱، ۳۱۹
زیست‌شیمی **نگاه کنید به** شیمی‌زیست
زیستکره ۲۰۴
زیستگاه‌ها ۲۳۵، **۲۴۶-۲۴۷**
اقیانوسی ۲۲۸، ۲۴۷
توندرا ۲۴۶
خشک ۲۵۶
زمین ۲۴۷
زمین و گیاهان ۲۵۵
قطبی ۲۴۶
گیاهان ۲۵۵
مرطوب ۲۶۰
منطقه‌ای ۳۲۶
نامساعد ۳۲۶
نزدیک قطب ۳۲۵
زیولیت ۲۱

ژ

ژئودها ۲۱۷
ژئوفیزیکدان **نگاه کنید به** زمین فیزیکدان
ژاپن ۱۹۵، ۲۱۰، ۲۱۱
ژرمانیوم ۳۶
ژلاتین ۱۱۹
ژن ۳۶۴، ۳۶۵
ژن بارز **نگاه کنید به** ژن غالب
ژن غالب ۳۶۵
ژن مغلوب ۳۶۵
ژن ناقص ۳۷۰
ژن نهفته **نگاه کنید به** ژن مغلوب
ژنتیک **۳۶۴-۳۶۵**
ژنراتور ترموالکتریک رادیوایزوتوپی(RIG) ۱۹۸
ژنراتور جزر و مدی ۸۷
ژنراتورها ۸۷، ۱۳۱، ۱۳۴، **۱۳۷**
ژنکوها ۲۵۵، ۲۶۲
ژن‌ها ۳۲۸
ژول ۷۸، ۷۹
ژول، جیمز پرسکات ۷۹

س

ساب ۱۶۷
ساحل غرق شده ۲۲۷
ساحل‌ها **۲۲۷**
ساخت اسید سولفوریک ۳۶
ساخت پارچه‌های مصنوعی ۵۶
ساخت دارو ۵۱
ساخت رنگ ۵۰
ساخت رنگدانه‌ها ۵۰
ساخت شیشه ۵۴
ساخت هواپیما ۹۷
ساختار بدن جانوران ۲۹۲
ساختار بلوری ۱۲، ۱۳، ۸۰
ساختار ذره ۱۲
ساختار زمین **۲۰۶-۲۰۷**
ساختار شبکه‌ای بلور برف ۲۴۵
ساختار غیربلوری ۱۳
ساختار ماهیچه ۳۴۲
ساختار ملکولی DNA ۴۷
ساختار ملکولی آب ۴۱
ساختار نمک ۱۳
ساختارهای درونی بدن ۳۷۴
ساختمان بلوری کانی‌ها ۲۱۶
ساختمان حنجره ۳۵۵
ساختمان داخلی
اورانوس ۱۸۱
پلوتو ۱۸۳
زحل ۱۸۰
زمین ۱۷۶
زهره ۱۷۵
عطارد ۱۷۴
ماه ۱۷۷
مریخ ۱۷۸
مشتری ۱۷۹
ساختمان درونی قلب ۳۵۲
ساختمان دندان ۳۵۸
ساختمان عصب ۳۴۴
ساختمان کروموزوم ۳۶۴
ساختمان کلیه ۳۶۱
ساختمان‌سازی و سنگ‌ها ۲۱۹، ۲۴۸
ساختمان‌های ضدزلزله ۲۱۰
ساختن غذا و اکسیژن ۲۵۸
سار کنه‌خوار ۳۲۵
ساز بادی ۱۰۴
ساز زهی ۱۰۴
سازش در تاریکی ۳۲۲
سازگاری ۳۲۸، ۳۲۹
سازگاری با اقلیم خشک ۲۷۵
سازگاری با محیط ۳۲۶
سازگاری جانوران با انسان ۳۲۵
سازمان کلنی ۳۲۴
سازمان هواشناسی جهانی (WMO) ۲۳۹
سازه‌های معماری
آمفی تئاتر ۱۰۶
پروژه‌ی عدن ۵۲
گنبد هندسی ۴۵
معماری شیشه‌ای ۵۴
ساعت آفتابی ۱۸۶
ساعد ۳۱۴
ساقه‌چه ۲۶۳
ساقه‌ها ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۹، ۳۴۵
ساقه‌ی افقی ۲۶۲
ساقه‌ی چوبی ۲۵۷
ساقه‌ی زیرزمینی ۲۶۲
ساقه‌ی گوشتی ۲۷۵
ساقه‌ی مغز ۳۳۹، ۳۴۵
ساکسافون ۱۰۴
سال‌نوری ۱۶۰، ۱۶۶
سالیوت ۱۹۴
سانترومر ۳۶۴
سانتریفوژکردن ۲۱
سانتی‌گراد ۸۰
ساوانا ۲۴۷
سایکلون ۲۳۵، ۲۴۱
سایوز ۱۸۸
سایه ۱۱۰، ۱۱۱
سایه‌ی کامل ۱۱۱
سبد ۲۸۰
سبزیجات ۳۶۹
سبزینه ۲۵۴، ۲۵۶، ۲۶۹، ۲۸۶
سبکی مواد ۵۷، ۵۸
سبک‌ترین موادها ۵۸
ستاره‌ماهی و زیست‌تابی ۱۱۱
ستاره‌ها ۱۶۲، ۱۶۴، **۱۶۶**، ۱۶۷، ۳۲۳
ستاره‌های دریایی ۳۲۶
ستاره‌های دوقلو ۱۶۹
ستاره‌های غول‌پیکر **۱۶۹**
ستاره‌ی HD ۱۲۳، ۱۸۷، ۲۰۱
ستاره‌ی آبی سفید ۱۶۶
ستاره‌ی دریایی بادراز ۲۹۹
ستاره‌ی دوقلو ۱۶۷
ستاره‌ی سندولیک ۲۰۲ ۶۹- ۱۶۹
ستاره‌ی شکننده ۲۲۸
ستاره‌ی نوترونی ۱۶۸، ۱۶۹
ستون تقطیر ۵۱
ستون فقرات شبکه ۱۵۰
ستون مهره‌ها ۲۹۳، ۳۴۰
ستون مهره‌های جنین ۳۶۲
ستون مهره‌ی پشتی ۲۹۲، ۳۰۴، ۳۱۵، ۳۳۳
ستون‌های چرخشی ۲۴۱

ستون‌های سنگی ۲۲۲
سحابی‌ها ۱۶۰، **۱۶۸**
M۱۶ ۱۹۶
انعکاسی ۱۶۸
اوریون ۱۶۷
تاریک ۱۶۸
خرچنگی M۱ ۱۹۶
خورشیدی ۱۷۲
سیاره‌ای ۱۶۸
عقاب ۱۹۶
سخت‌افزار ۱۴۸، ۱۵۱
سخت‌پوستان ۲۰۹، ۲۲۸، **۲۹۶**
سختی کانی‌ها ۲۱۶
سخن‌گفتن و مغز ۳۴۵
سد ۲۴۸
سد دفاعی بدن ۳۵۱
سدر ۲۶۴
سدناپلانیتیا ۱۷۵
سدیم ۲۷
سر جنین ۳۶۳
سُر خوردن ۳۱۴
سراب ۱۱۴
سرامیک‌ها **۵۵**، ۱۴۲، ۲۴۸
سرامیک‌های پیشرفته ۵۵
سرامیک‌های زیستی ۵۵
سرامیک‌های شاتل فضایی ۵۵
سرب ۱۲۹
سرپایان ۲۹۹
سرپایان نوتیلوس ۲۲۱
سرپوش ۳۰۰
سرخدارها ۲۶۴
سرخرگ‌ها ۳۵۳، ۳۷۰
ران ۳۵۲
ششی ۳۵۲، ۳۵۴
کاروتید داخلی ۳۵۲
کبدی ۳۶۰
سرخرگچه ۳۵۳، ۳۵۷، ۳۶۲
سرخرگ کوچک **نگاه‌کنید‌به** سرخرگچه
سرخس‌ها ۲۲۱، ۲۵۵، ۲۶۰
سرخس‌های خوراکی ۲۶۰
سرخک ۳۷۱، ۳۷۲
سردرد ۲۷۹
سرده ۲۵۴، ۲۹۰
سرسینه ۲۹۸
سرطان ۸۴، ۳۶۹، ۳۵۷، ۳۷۰، ۳۷۱
پوست ۲۳۴
روده‌ی بزرگ ۳۷۱
ریه ۳۷۱
سینه ۳۷۱
و گیاهان ۲۷۹
سرعت ۷۰
سرعت بالا ۱۰۰
سرعت‌بُرداری ۷۱
سرعت‌جهت‌دار **نگاه‌کنید‌به** سرعت‌بُرداری
سرعت‌سنج ۷۰
سرعت‌صوت ۱۰۱
سرعت‌قطار ۱۳۶
سرعت مافوق‌صوت ۱۰۱
سرعت متر بر ثانیه (mps) ۷۰
سرعت‌مداری ۱۸۹
سرعت نبض ۳۶۸
سرعت نور ۷۳، ۱۱۴، ۱۴۳
سرفه کردن ۳۵۵
سرکه و pH ۳۳
سرما ۸۰، ۸۱، ۲۲۲
سرماخوردگی ۳۷۱
سرنان، یوجین ۱۹۰
سرو ۲۴۶، ۲۶۴
سرور شبکه **نگاه‌کنید‌به** رایانه‌ی مادر
سرویس‌دهنده‌ی شبکه ۱۵۰
سس ۲۷۰
سطح آب دریاها ۲۵۰
سطح ایستابی ۲۳۳
سطح چین‌دار و بازتاب ۱۱۳
سطح دریا و فشار هوا ۷۵
سطح دریاها ۲۲۷، ۲۳۵
سطح زمین ۴۰
سطح زمین و گرما ۱۱۴
سطح عطارد ۱۷۴
سطح کاملاً صاف و بازتاب ۱۱۳
سطح ماه ۱۷۷
سطح مریخ ۱۷۸، ۱۹۹
سفال ۱۳۰
سفال‌گری ۵۵
سفال‌های سرامیکی و شاتل فضایی ۸۱
سفر به فضا **۱۹۰**
سفر به فضا و برگشت ۱۹۱
سفر به ماورای زمین ۱۹۲
سفر به ماه ۱۸۸
سفر به مریخ ۱۹۰
سفرهای فضایی ۱۹۳
سفینه‌های بین سیاره‌ای ۱۹۸
سفینه‌های فضایی ۹۳
SOHO ۱۷۴
استارداست ۵۸
پتفایندر ۱۷۸
سایوز ۱ (یک) ۱۹۰
سایوز ۳۷ ۱۹۴
سرنشین‌دار ۱۹۰
شومیکر ۱۹۸
کاسینی ۱۹۸
گالیله ۱۸۴، ۲۰۰
مارینر ۱ (یک) ۱۷۴
مارینر ۱۹۸
ماژلان ۱۷۵، ۱۹۸
وویجر ۱۹۸
وویجر ۲ (دو) ۱۸۲
سقوط اجسام بر روی زمین ۷۲
سقوط بهمن و انرژی ۷۶
سقوط ناگهانی سنگ‌ها ۲۲۳
سکان هواپیما ۹۶، ۹۷
سکان‌هواپیما و کامپوسیت ۵۷
سکته‌ی مغزی ۳۷۰، ۳۷۲
سکوی متحرک پرتاب موشک ۱۹۱
سکوی هوایی ۷۵
سگ روبات ۱۵۶
سگ و تبخیر ۸۲
سگ و صدا ۱۰۳
سگدست ۸۹
سگ‌سانان ۳۰۴، ۳۱۷
سگ‌های شکاری آفریقایی ۳۲۱
سُل ۱۰۴
سِل ۳۷۱
سلاح‌های مرگبار ۳۲۱
سلامت انسان و بی‌وزنی ۱۹۳
سلامتی **۳۶۸**
سلامتی شکار ۳۱۷
سلرز، پیرس ۱۹۳
سلسله **نگاه‌کنید‌به** فرمانرو
سلسیوس ۸۰
سلولز ۲۸۱
سلول‌ها ۲۹۳، ۲۹۲، ۳۰۸، ۳۳۸، ۳۳۹
سلول‌های آلفا ۳۵۶
سلول‌های استخوانی ۳۶۶
سلول‌های استوانه‌ای ۳۴۹
سلول‌های بتا ۳۵۶
سلول‌های بنیادی ۳۷۶
سلول‌های پروتئین ۴۶
سلول‌های تومور ۳۷۱
سلول‌های تخم ۳۶۲
سلول‌های‌جنسی ۲۶۶
سلول‌های‌جنسی‌گیاهان ۲۶۰
سلول‌های‌جنسی ماده ۳۰۹
سلول‌های‌جنسی‌نر ۳۰۹
سلول‌های جنسی نر گیاهان ۲۶۶
سلول‌های حساس به نور ۳۱۷
سلول‌های حسی ۳۱۶
سلول‌های خورشید ۱۴۵
سلول‌های خون ۳۵۳
سلول‌های رابط عصبی ۳۴۹
سلول‌های سرطانی ۳۷۱
سلول‌های سرطانی ریه ۳۷۱
سلول‌های سرطانی سینه ۳۷۱
سلول‌های سوخت ۹۳
سلول‌های سوخت موتور ۹۳
سلول‌های عصبی ۳۴۴، ۳۳۹
سلول‌های عصبی رابط ۳۴۹
سلول‌های قرمز خون ۲۱
سلول‌های‌گیاهی ۲۵۶
سلول‌های‌گیرنده ۳۴۶
سلول‌های مادر مخمر ۲۸۲
سلول‌های مخروطی ۳۴۹
سلولهای مخمر ۲۸۲
سلول‌های نرده‌ای ۲۵۶
سلول‌های نگهبان لوبیایی شکل ۲۵۹
سلول‌های کبدی ۳۶۰
سلول‌های‌کولار(یقه‌ای) ۲۹۴
سم زنبور ۳۳
سمندرهای آبی ۳۰۱
سمندرهای آتشی ۳۰۱
سمورهای آبی ۲۸۶
سموم ۲۷۷
سن سنگ‌ها ۲۲۰، ۲۲۱
سنبل دم‌گربه‌ای ۲۶۷
سنبلک‌های برنج ۲۷۶
سنج ۱۰۵
سنجاقک ۲۹۷، ۳۳۰
سنجش‌بینایی ۳۷۲
سندولیک ۱۶۹
سنگ آذرین ۲۱۸، ۲۱۹
سنگ آهک ۳۳، ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۲۳
سنگ بستر ۲۱۸، ۲۲۴
سنگ چخماق ۲۱۸
سنگ دگرگون شده ۲۱۸، ۲۱۹
سنگ رس ۲۱۸
سنگ لوح ۲۱۹
سنگ مادر ۲۱۹
سنگ معدن ۲۳، ۳۴، ۲۴۹
سنگ مغناطیس ۱۳۲
سنگدان ۳۱۲
سنگریزه ۲۲۵
سنگ‌شناسی ۲۰۵
سنگ‌کره ۲۰۴
سنگواره **نگاه‌کنید‌به** فسیل
سنگواره‌ای **نگاه‌کنید‌به** فسیلی
سنگ‌ها ۱۹، ۲۰۶، ۲۰۹، ۲۱۷، **۲۱۸**، ۲۲۱،
۲۲۳، ۲۴۸
آذرین ۲۱۷
آذرین بیرونی ۲۱۹
سنگ‌های آهکی ۲۴۸
باستانی و مغناطیس ۱۳۳
چین‌خورده ۲۱۵
دگرگون شده ۲۱۷
سنگ‌ها (بقیه)
رسوبی ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۵
رسوبی شیمیایی ۲۱۸
سیلیکاتی ۱۷۴
قیمتی ۲۱۷
مرمر ۲۴۸
سنوزوئیک ۳۳۰
سوء تغذیه ۳۷۰
سوئیچ‌کردن بسته‌ها **نگاه‌کنید‌به** تبادل بسته‌ای
سواحل ۲۱۸، ۲۲۲
سواحل دریا ۲۸۶
سواحل گرمسیری ۲۷۵
سوپرنووا A ۱۹۸۷ ۱۶۹
سوپرنووا ۲۳، ۱۶۸، ۱۶۹
سوخت ۸۶، ۹۳، ۲۶۱
سوخت بدن ۳۵۸
سوخت جایگزین ۸۶
سوخت فسیلی ۸۷
سوخت کربن ۴۴
سوخت کامیون‌ها ۵۱
سوخت کم‌تر ۶۸
سوخت مایع ۹۷، ۱۸۸
سوخت و انرژی ۷۶، ۷۷
سوخت هیدروژن ۳۸
سوخت هیدروژن مایع ۳۸
سوختن ۳۱
سوخت وساز **نگاه‌کنید‌به** متابولیسم
سوخت‌های زیستی ۲۵۱
سوخت‌های فسیلی ۴۵، ۸۶، ۲۴۸، ۲۴۹
سوخت‌های‌هسته‌ای ۱۳۱
سود دوطرفه ۳۲۵
سود یک‌طرفه ۳۲۵
سوراخ لایه‌ی ازون ۲۳۴
سوراخ‌های بینی ۲۹۲
سوربیتول ۴۸
سورتمه‌ی روی یخ ۶۸
سوریسکین ۳۳۱
سوزن‌های دفاعی ۳۲۰
سوزنی برگ‌ها ۲۶۴
سوسپانسیون **نگاه‌کنید‌به** تعلیق
سوسک‌ها ۳۱۷
سوسمار درختی ۳۰۷
سوسمارها ۳۰۲، ۳۲۰
سوسمارهای اکتوترمی ۲۹۳
سوسن‌ها ۲۶۵
سولفور ۳۶
سولفید سلنیوم ۵۴
سولفید هیدروژن ۴۱
سولفیدها ۲۳۰
سولنوئید ۱۳۴
سونار ۱۰۷، ۲۰۵، ۲۳۰
سونامی ۲۱۰، ۲۲۹
سوند جراحی ۳۷۵
سونوگرافی ۳۷۴
سونوگرافی جنین ۳۶۳
سوهانک ۲۹۹
سویا ۲۸۴
سویچ (کلید) ۱۴۳
سویچ چرخان ۱۳۶
سویچ کنترل الکترونیکی ۱۲۸
سویچ‌های روشن– خاموش الکترونیکی ۱۴۰
سه‌پایه‌ی دوربین ۱۴۵
سیارات ۱۷۲،۱۷۳
سیارک‌ها **۱۸۴**
سیارک آیدا ۱۸۴
سیارک شماره‌ی۲۴۳ (دویست وچهل وسه)
۱۸۴
سیاره‌ها و گرانش ۷۲

سیاره‌ی آبی رنگ (زمینی) ۴۰، ۱۷۶
سیاره‌ی آبی‌رنگ (نپتون) ۱۸۲
سیاره‌ی زمین **۲۰۴**
سیاره‌ی سرخ ۱۷۸
سیانوباکتری‌ها ۲۰۱، ۲۸۴
سیاه‌چاله‌ها ۱۶۸، **۱۶۹**
سیاهرگ‌ها ۳۵۳
باب ۳۶۰
داخلی گردن ۳۵۲
ششی ۳۵۲
کبدی چپ ۳۶۰
کبدی راست ۳۶۰
مرکزی ۳۶۰
سیاهرگچه ۳۵۳، ۳۵۷
سیاهرگ کوچک **نگاه‌کنیدبه** سیاهرگچه
سیب ۲۷۷
سیبری ۱۸۴، ۲۴۶
سیب‌زمینی ۲۷۷
سیتوپلاسم ۲۸۴، ۲۹۳، ۳۳۹، ۳۷۱
سیتوسین ۴۷
سیخ شدن مو ۳۵۱
سیر ۲۷۳
سیروس (ابر) ۲۴۲
سیریوس A (ستاره) ۱۶۷
سیریوس B (ستاره) ۱۶۷
سیستم دو-دویی ۱۴۱
سیستم شبکه‌ای اترنت ۱۵۰
سیستم هاورس ۳۱۴
سیستم دوتایی **نگاه‌کنیدبه** سیستم دو دویی
سیستیک فیبروزیس ۳۷۰
سیسیلیان ۳۰۱
سیفوزوا ۲۹۴
سیکادها (بازدانگان) ۲۵۵، ۲۶۲
سیکلوترون ۲۳
سیگار ۳۶۹
سیگنال ۱۳۹
سیگنال‌ها ۱۳۹، ۱۴۶
الکتریکی ۱۲۷، ۱۴۰، ۱۴۳، ۱۴۵
پیوسته ۱۴۰
تلویزیونی ۱۴۴
دیجیتال ۱۴۰
رادیویی ۹۹
صدا ۱۴۳
صوتی ۱۴۳
صوتی آنالوگ ۱۴۰
فراسرخ ۱۵۴
فضایی ۲۰۱
کنترل ۱۴۱
منطقی ۱۴۱
سیلاب ۲۲۳
سیلت ۲۲۴
سیلندر ۹۲
سیلیس ۲۱۸
سیلیکان ۳۶، ۱۳۹، ۱۴۲، ۱۵۷، ۱۷۴
سیلیکان خالص ۱۴۲
سیم ارت **نگاه‌کنیدبه** سیم‌زمین
سیم دوشاخه‌ای ۱۲۸
سیم زمین ۱۲۸
سیم سه‌رشته‌ای ۱۳۰
سیم سه شاخه‌ای ۱۲۸
سیم‌مسی ۱۴۶
سیم‌پیچ ۱۳۶
سیم‌پیچ‌های مغناطیسی ۱۴۴
سیناپس ۳۴۴
سینما **۱۲۰**
سینما و موادمنفجره ۲۹
سینماتوگراف ۱۲۰
سینمای پرده‌ی گسترده ۱۲۱
سینوسوئید ۳۶۰
سینوس‌ها ۳۵۷
سیه‌پر ۳۲۷

ش

شاتل‌های فضایی ۳۸، ۵۲، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۴
اندیور ۱۹۱، ۱۹۵
دیسکاوری ۱۹۷
و اتمسفر ۸۱
و سرامیک ۵۵
و صدا ۱۰۲
و کربن ۴۹
شاخک‌ها ۲۹۴، ۳۱۲، ۳۱۷
شاخک‌های حسی ۲۹۵، ۳۱۲
شاخک‌های کوتاه ۲۹۹
شاخه ۲۹۰
شاخه‌ی پوریفرا ۲۹۴
شاخه‌ی جانبی ۲۵۶
شاخه‌ی خارپوستان ۲۹۹
شاخه‌ی سخت‌پوستان ۲۹۶
شاخه‌ی نرم‌تنان ۲۹۹
شار مغناطیسی ۱۳۲
شارژ باتری ۱۲۹
شارون ۱۸۳، ۱۸۴
شاسی اتومبیل ۵۷
شاکلی، ویلیام ۱۳۸
شالیزار ۲۷۶
شالی‌کاری در چین ۲۷۶
شامپانزه‌ها ۳۱۸، ۳۲۸
شانه‌کردن مو و الکتریسیته ۱۲۶
شاه پنگوئن‌ها ۳۲۶
شاه میگوها ۲۹۳
شاهین ۳۰۳
شاهین دم قرمز ۳۰۳
شاهین‌سانان ۳۰۳
شباهت انسان و شمپانزه ۳۶۵
شباهت دوبرادر یا خواهر ۳۶۵
شباهت دوفردِ بیگانه ۳۶۵
شباهت دوقلوهای یکسان ۳۶۵
شباهت‌های ژنتیکی ۳۶۵
شبکه‌های پوشش محلی (LANs) ۱۵۰
شبکه‌های توزیع برق‌رسانی ۱۳۱
شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی ۱۵۲، ۱۵۳
شبکه‌های پوشش گسترده (WANs) ۱۵۰
شبکه‌های رایانه ای **۱۵۰**، ۱۵۲، ۱۵۳
شبکه‌ی آرپا (Arpanet) ۱۵۲
شبکه‌ی اتوبوسی ۱۵۰
شبکه‌ی برق ۱۳۱
شبکه‌ی بلوری ۲۱۶
شبکه‌ی بنیاد علوم ملی آمریکا ۱۵۰
شبکه‌ی تقارن بلور ۲۱۷
شبکه‌ی توزیع برق ۱۳۱
شبکه‌ی حلقوی‌رایانه ۱۵۰
شبکه‌ی رادیویی(بی‌سیم) ۱۴۷
شبکه‌ی ریشه‌ها ۲۶۹
شبکه‌ی ستاره‌ای ۱۵۰
شبکه‌ی غذایی ۲۸۲، ۳۲۷
شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی ۱۴۵
شبکه‌ی منظم شش وجهی ۲۴۵
شبکه‌ی مویرگی ۳۵۳
شبکیه ۳۴۸، ۳۴۹
شبنم ۱۵، ۲۴۳
شبنم یخ‌زده ۱۷
شب‌های صاف و راه شیری ۱۶۵
شبه جزیره‌ی کامچاتکا ۲۱۳
شبه فلزات **۳۶**
شبیه‌سازی ۱۲۱
شبیه‌سازی پرواز ۱۵۱
شبیه‌سازی رایانه‌ای ۱۵۱
شپشک چوب ۲۹۶، ۳۱۰
شپش‌ها ۳۲۵
شتاب ۷۰، ۷۱
شتاب‌دهنده‌ها ۱۶۲
شترمرغ ۳۰۳
شته‌ها ۳۲۷
شته‌ها و محصولات کشاورزی ۲۷۷
شدت صوت ۱۰۲
شرایط آب وهوایی ۲۳۶، ۲۳۸
شرایط جوّی ۲۳۹
شرایط فیزیکی زیستگاه ۲۴۶
شرکت سونی ۱۵۶
شرکت‌های کشتیرانی و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹
شرکت‌های هواپیمایی و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹
شریان‌های قلبی ۳۷۰
شستن کامل بدن ۳۶۸
شش‌وجهی ۵۲
شش‌ها ۳۰۴، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۵۴
شش‌های کتابی ۲۹۸
شعاع الکترونی ۱۱۶
شعاع زمین ۲۰۶
شعاع‌های شکست‌یافته ۱۱۴
شعاع‌های نوری ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۸
شعرای یمانی ۱۶۷
شفت مرکب ۲۶۳
شفق قطبی جنوبی ۱۷۹
شفق قطبی شمالی ۱۷۹
شفق‌های قطبی ۱۷۶، ۱۷۹، ۲۳۵
شفیره ۳۰۵
شقایق ۲۶۶
شقایق‌های دریایی ۲۹۲، ۲۹۴، ۳۲۶
شکار جانوران و رنگ ۱۰
شکارچی‌ها ۳۲۱، ۳۲۰
شکست **۱۱۴**
شکل‌های بلور ۱۳
شکار ۳۲۱
شکار بیرویه ۳۳۴
شکار و شکارچی ۳۱۲
شکارچی در آسمان ۱۶۷
شکارچیان و گیاهان ۲۷۴
شکارچی‌ها ۳۱۴، ۳۲۶
شکاف میان اقیانوسی ۲۰۹
شکافت هسته‌ای ۸۵
شکست شعاع‌های نور ۱۱۵
شکست نور ۱۱۴
شکستگی استخوان بازو ۳۷۳
شکستگی‌های استخوان ۳۷۳، ۳۶۷
شکسته‌شدن موج ۲۲۹
شکل‌بلور برف ۲۴۵
شکل‌دهی شیشه ۵۴
شکل‌گیری کیهان ۳۸
شکل‌های‌بلوری کانی‌ها ۲۱۶
شکم مادر و امواج فراصوت ۱۰۳
شکم‌پایان ۲۹۹
شماره‌گیری‌تلفن ۱۴۶
شمال آفریقا ۲۸۱
شمش طلا ۳۴
شمن ۲۷۹
شناکردن ۳۶۸
شناوری **۹۴**، ۹۵
شنوایی انسان ۱۰۲، ۱۰۳، **۳۴۷**، ۳۷۵
شنوایی جانوران ۱۰۳، ۳۱۶، ۳۱۷
شنیدن و مغز ۳۴۵
شوررُست ۲۷۴، ۲۷۵
شوک‌الکتریکی ۱۲۸
شومیکر ۱۹۸
شوینده‌ها ۵۰
شهاب‌سنگ آهنی ۱۸۴
شهاب‌سنگ سیخوته‌-الین ۱۸۴
شهاب‌سنگ‌ها ۲۲، ۱۷۴، ۱۸۴، ۲۰۶، ۳۳۴
شهاب‌ها ۱۸۵، ۲۳۴، ۲۳۵
شهد مرگبار گیاهان ۲۷۱
شهربازی و حرکت ۷۰
شیار و نیرو ۹۱
شیارهای انگشت ۳۵۰
شیب تند و نیرو ۹۱
شیب قاره‌ای ۲۳۰
شیبِ گسل ۲۱۱
شیبِ مارپیچ و نیرو ۹۱
شیب و حرکت ۷۰
شیدسپهر **نگاه‌کنیدبه** فتوسفر
شیدکره **نگاه‌کنیدبه** فتوسفر
شیر ۲۵۴، ۳۲۶
شیر مادر ۳۱۰
شیرابه ۲۸۰
شیرماهی ۳۲۵
شیره‌ی دارویی ۲۷۹
شیره‌ی گوارشی ۲۷۱، ۳۵۸
شیره‌ی معده ۳۵۹
شیست ۲۱۹
شیشه **۵۴**، ۱۱۰، ۱۳۰
شیشه و رسانای گرما ۸۳
شیشه‌ی آتش‌فشانی ۲۱۹
شیشه‌ی رنگی ۵۴
شیشه‌ی ضدحرارت ۵۴
شیشه‌ی فیبرنوری ۱۴۷
شیشه‌ی مذاب ۵۴
شیشه‌ی نشکن ۵۴
شیل ۲۱۹
شیلی ۱۸۷
شیلی و تلسکوپ ۱۱۷
شیمی ۱۰-۶۱
شیمی آلی **۴۸**
شیمیدانان ۲۸۴
بویبادرا، لیکودی ۲۶
دالتون، جان ۲۲
سوئدی ۳۹
فرانسوی ۳۸، ۳۹
مندلیف، دیمیتری ۲۶
شیمی‌زیست **۴۶**
شیوه‌ی داگوئر ۱۱۸
شیوه‌ی زندگی بیمار ۳۷۳

ص

صابون و pH ۳۳
صابون و بازها ۳۳
صابون‌ها ۵۰، ۲۸۰
صاعقه ۴۲، ۴۳، ۷۶، ۱۲۶، ۲۴۳
صافی‌کردن ۲۱
صافی‌کردن آب کثیف ۲۱
صحبت کردن در فضا ۱۰۰
صحبت کردن ۳۵۵
صحرای بزرگ آفریقای شمالی ۲۲۵
صخره‌ها ۱۹، ۳۲۶
صدا ۱۰۰، ۱۰۹، ۱۴۳، ۲۵۰، ۳۱۸
آوازپرندگان ۱۰۲
اره‌ی گرد ۱۰۲
انفجار و هواپیما ۱۰۱
با بسامدپایین ۳۱۹
بلند ۱۰۲
پرتاب موشک ۱۰۲
پرش از سکوی شاتل ۱۰۲
جیرجیر ۳۱۹
دیجیتال ۱۰۸، ۱۰۹

صدا (بقیه)
زیر و بم ۳۴۷
سقوط برگ ۱۰۲
نهنگ ۱۰۱
صدف پیچ‌خورده ۲۹۹
صدف موجودات دریایی ۲۱۸
صدف‌ها ۲۸۷
صدف‌ها و سنگ آهک ۳۳
صدف‌های خوراکی ۲۹۹
صرفه‌جویی در انرژی ۶۰
صفات ثانویه‌ی جنسی زنان ۳۵۶
صفات ثانویه‌ی جنسی مردان ۳۵۶
صفحات استخوان ۳۲۸
صفحه‌های پلاسما ۱۴۴
صفحه‌های خورشیدی ۳۶، ۹۳
صفحه‌ی LCD ۱۴۴
صفحه‌ی اصلی مدار ۱۳۸
صفحه‌ی تلویزیون ۱۴۴، ۱۴۵
صفحه‌ی خورشیدی ۸۷
صفحه‌ی راه راه تلویزیون ۱۴۵
صفحه‌ی رایانه ۵۹
صفحه‌ی گرامافون ۱۰۸
صفحه‌ی مدار ۱۳۸، ۱۴۱
صفحه‌ی ناخن ۳۵۱
صفحه‌ی نمایش ۱۴۸، ۱۴۹
صفحه‌ی نمایش آندوسکوپی ۳۷۴
صفحه‌ی وب جهانی ۱۵۲
صفحه‌ی وینیل ۱۰۸
صفر دسیبل ۱۰۲
صفر مطلق ۸۰
صفرا ۳۵۸
صُلبیه ۳۴۸، ۳۴۹
صنایع پتروشیمی ۵۱
صنایع دارویی ۵۰، ۵۱
صنایع شیمیایی **۵۰**، ۵۱
صندلی قالب‌ریزی‌شده ۵۲
صنعت داروسازی ۵۱
صنعت دوزندگی ۱۱۲
صنعت کربن ۴۹
صنوبر ۲۴۶
صوت **۱۰۰**، ۱۰۱، ۱۰۶
صوت دیجیتالی ۱۴۰
صورت‌های فلکی ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۸۶
اوریون ۱۶۷
پلئیادس ۱۶۶
ثریا ۱۶۶
ثور ۱۶۶
جبار ۱۶۷
شعرای یمانی ۱۶۷
شکارچی ۱۶۷
قوس ۱۶۸
صیادان‌طبیعی ۲۷۷
صیادان کشنده‌ی آفت‌ها ۲۷۷

ض
ضبط دیجیتالی ۱۰۹
ضبط صدا ۱۰۸
ضبط و بازسازی صدا **۱۰۸**
ضددرد ۲۷۹
ضدعفونی‌کننده ۳۷
ضربان قلب ۳۴۵، ۳۶۱، ۳۶۸
ضربه ۶۸
ضعف استخوان‌ها ۳۶۷

ط
طاووس ۳۰۶
طب سنتی ۲۷۹
طب فضایی **نگاه کنید به** پزشکی فضایی
طبیعی‌دان ۲۵۴
طحال ۳۵۷
طراحی اتومبیل ۱۵۱
طراحی حرکات پیچیده ۳۴۵
طراحی دارو به‌وسیله‌ی رایانه ۳۷۶
طراحی صنعتی و پلاستیک ۵۲
طعم ترش ۳۲
طلا ۲۷، ۳۴، ۱۳۹، ۱۴۲، ۲۱۶
طلاشویی ۲۰
طلای خالص ۲۲، ۳۴
طلوع خورشید ۲۰۵، ۲۳۷
طناب‌کشی ۶۴
طناب‌های صوتی ۳۵۵
طنین ۱۰۴، ۱۰۵
طول موج ۱۲۲
طول موج‌های نوری ۱۲۳، ۳۴۹
طیف ۱۲۲
طیف الکترومغناطیسی ۹۸، ۹۹، ۱۶۱
طیف رنگ ۱۲۲
طیف‌سنج جرمی ۲۲۱

ظ
ظاهر دانه‌دانه‌ی خورشید ۱۷۱
ظروف جاسپر ۵۵
ظروف سفالی ۲۴۸
ظروف مقاوم در مقابل آب ۵۵

ع
عاج‌ها ۳۳۳، ۳۵۸
عادات مضر و سلامت ۳۶۸
عادت ماهانه ۳۶۷
عامل ژنتیکی سرطان ۳۷۱
عایق ۸۳
عایق‌سازی ۵۸
عایق‌کاری و دما ۸۱
عایق‌ها **نگاه کنید به** نارساناها
عبور الکتریسیته ۱۱۲
عبور عطارد از مقابل خورشید ۱۷۴
عدد اتمی ۲۵، ۲۶
عدد جرمی ۲۶
عدسک ۲۶۸
عدسک آبی ۲۶۵
عدسی چشم ۳۴۸
عدسی چشمی **نگاه کنید به** لنز چشمی
عدسی‌ساز ۲۸۵
عدسی‌ها **۱۱۵**، ۱۱۶، ۱۱۷، ۲۹۷، ۳۴۸
عدسی‌های محدب ۱۱۵
عدسی‌های مقعر ۱۱۵
عربستان ۲۰۸
عرض جغرافیایی ۲۳۶
عرق کردن و گرما ۸۲
عروس چمنزار ۲۷۹
عروس دریایی جعبه‌ای ۲۹۴
عروس‌های دریایی ۲۲۸، ۲۹۱، ۲۹۴، ۳۱۴
عصب ۳۵۸
بینایی ۳۴۸، ۳۴۹
تعادلی ۳۴۷
چپ بینایی ۳۴۹
راست بینایی ۳۴۹
شنوایی ۳۴۷
نخاعی ۳۴۵
عصرهای یخبندان ۲۰۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۳۶
عضلات **نگاه کنید به** ماهیچه‌ها
عضله **نگاه کنید به** ماهیچه
عطارد ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۷۴**
عطر ۲۸۰
عقاب دریایی ۳۱۲
عقاب هارپی ۳۲۶
عقرب امپراتور ۲۹۸
عقرب سانان ۲۹۸
عقرب‌ها ۲۹۱، ۲۹۸
عقرب‌های دریایی ۲۲۱
عقیق ۲۱۷
عکاسی دیجیتال ۱۱۹
عکاسی بر روی کاغذ ۱۱۸
عکاسی و ترکیبات بروم ۳۷
عکس ۱۱۸
عکس بیتومن ۱۱۸
عکس رنگی ۱۱۸
عکس‌های دیجیتالی ۱۲۱
عکس‌های ساکن ۱۲۰
علائم ۳۱۸
علائم بیماری ۳۷۰
علائم رادیویی ۱۸۷
علائم هشداردهنده‌ی شیمیایی ۳۳
علف‌خواران ۳۲۶
علفزار ساوانای آفریقا ۳۲۶
علفزارها ۲۴۶، ۲۴۷
علف‌های هرز ۲۷۷
علوم زمین ۲۰۵
عمر ۳۶۸
عمر طولانی ۳۰۵
عمرسنجی به روش آرگون-آرگون ۲۲۱
عمق ۱۰۰۰۰ متری و فشار آب ۷۵
عمق ۱۲۰ متری و فشار آب ۷۵
عمق آب اقیانوس‌ها ۲۲۸
عمل انعکاسی ساده ۳۴۵
عمل جراحی ۳۷۱، ۳۷۳، ۳۷۴
عمل موج ۲۲۹
عناصر **۲۲**
عناصر طبیعی ۲۳
عناصر مصنوعی ۲۳
عنبیه ۳۴۸
عنکبوتیان **۲۹۸**
عنکبوت‌ها ۲۹۱، ۲۹۸، ۳۱۳
عوامل بیماری‌زا ۳۷۰، ۳۷۱
عوامل مرتبط با بیماری ۳۷۳
عینک ۳۶۷

غ
غار علی صدر ۲۳۲
غارهای آهکی ۲۳۲
غازهای برفی ۳۲۳
غبار ستاره‌ای ۵۸
غبارهای بین‌ستاره‌ای ۱۹۶
غبغب ۳۰۲، ۳۰۷
غده‌ها ۲۶۲
بزاقی ۳۵۸
بناگوشی ۳۵۸
پاراتیروئید ۳۵۶
پروستات ۳۶۲
پوست حلزون ۳۳
پینه آل ۳۵۶
تاریس ۲۹۸
تیروئید ۳۵۶
تیموس ۳۵۷
چربی ۳۵۱
چربی پوست ۳۶۷
درون ریز ۳۳۸، ۳۵۶
دستگاه درون‌ریز ۳۵۶
روغنی اسطوخودوس ۲۸۱
زیر آرواره‌ای ۳۵۸
زیر زبانی ۳۵۸
صنوبری ۳۵۶
عرق ۳۵۱
غده‌ها(بقیه)
عرق پوست ۳۵۱
فوق کلیه ۳۵۶
کنگرفرنگی ۲۶۲
لوزالمعده ۳۵۶
هیپوفیز ۳۵۶، ۳۶۷
غذاها ۲۷۸
انرژی ۴۶
پرانرژی ۷۹
پرچرب ۳۷۰
پروتئینی ۳۶۹
تازه ۳۶۹
چرب و روغنی ۳۶۹
چینی ۳۶۹
و انرژی ۷۷
غرش فیل‌ها ۳۱۹
غرق شدن ۹۴
غروب آفتاب ۱۲۲
غریزه ۳۱۰
غشا ۲۹۳
غشای پلاسمایی ۳۳۹
غشای سلولی ۲۵۶، ۲۸۴، ۲۹۳
غشای سینویال ۳۱۴
غضروف ۳۱۵، ۳۶۶
غضروف مفصلی ۳۱۴
غضروفی شدن بافت استخوانی ۳۶۶
غلات ۲۷۶
غلاف پنبه ۲۸۱
غلاف محافظ اکسون ۳۴۴
غلاف میوه **نگاه کنید به** پیرابَر
غلبه بَر نیروی گرانش ۷۸
غلظت ۱۴
غله ۲۴۸
غواصان و فشار آب ۷۵
غواصی و اکسیژن ۳۹
غوزه ۲۸۱
غول‌های قرمز ۱۶۶، ۱۶۸
غیرفلز ۲۷
غیرفلزات **۳۶**
غیرماده ۱۰

ف
فارادی، مایکل ۱۳۳، ۱۳۵
فارنهایت ۸۰
فاسدشدن غذا ۳۱
فاصله‌ی ستاره‌ها ۱۶۶
فاضلاب‌ها ۲۵۰، ۲۸۷
فاکس‌ها ۱۸۹
فانفار **نگاه کنید به** چرخ فلک افقی
فانوس‌های دریایی ۳۷، ۱۱۰، ۱۱۵
فایبرگلاس ۵۷
فتوسفر ۳۹، ۴۵، ۱۷۰، ۱۷۱، ۲۵۶، **۲۵۸**،
۲۵۹، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۲، ۲۷۵، ۲۸۵، ۲۸۶
فتوفور ۳۱۹
فرآورده‌های گیاهی **۲۸۰-۲۸۱**
فرابنفش ۱۸۷
فرار سریع ۳۲۰
فرازش **نگاه کنید به** تصعید
فراصوت ۱۰۳
فراگیری مهارت ۳۶۶
فرامتن ۱۵۳
فراوانی آب ۴۰
فراورده‌های زغال سنگ و پارچه ۵۶
فرایندهای حیاتی بدن ۳۵۶
فرایندهای فرسایشی ۲۱۵
فرسایش ۲۰۶، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۷، ۲۱۸،
۲۲۲، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۳۲

فرسایش(بقیه)
بادی ۲۲۲
رودخانه‌ای ۲۱۷، ۲۲۲، ۲۳۲
ساحلی ۲۲۲، ۲۲۷
ستون‌های سنگی ۲۲۲
کوه‌گسلی ۲۱۵
یخچالی ۲۲۲، ۲۲۶، ۲۳۳
فرستنده‌ی رادیو ۱۴۳
فرضیه‌ی عمومی نسبیت اینشتین ۷۳
فرغون ۶۴
فرکانس ۹۸، ۱۰۳
فرکانس رزنانس ۱۰۵
فرکانس‌های رادیویی ۱۴۴
فرمان اتومبیل ۸۹
فرمانبرداری ۳۱۸
فرمانرو ۲۵۴
فرمانروی جانوران **۲۹۰-۲۹۱**
فرمانروی گیاهان ۲۵۴-۲۵۵
فرودگاه پودونگ ۱۳۴
فرورانش ۲۱۴
فروسرخ ۱۸۷
فروشگاه اینترنتی ۱۵۲
فروصوت ۱۰۳
فرومون هشداردهنده ۳۱۷
فرومون‌ها ۳۱۷
فست اسکین ۵۶
فسفر ۲۷، ۱۳۹، ۱۴۴
فسفرسانس **نگاه کنید به** درخشش فسفری
فسیل‌ها ۸۶،۲۰۹، **۲۲۰**، ۲۲۱، ۳۲۸، ۳۳۲، ۳۳۳
آمونیت ۲۹۱
جانوری ۲۱۸
دم اسبی ۲۶۰
سرخس‌های گرمسیری ۲۰۹
سنجاقک ۳۳۰
گیاهی ۲۱۸
فسیل شدن ۲۲۰
فشار ۱۵، **۷۴**
فشار آب ۷۴، ۷۵
فشار آب اعماق ۱۵۴
فشار الکتریکی ۱۲۶، ۱۲۹
فشار در اتمسفر ۲۳۵
فشار در سطح دریا ۷۵
فشار ریشه‌ای ۲۵۹
فشار مایع ۷۵
فشار هوا ۷۲، ۷۴، ۲۳۵، ۲۴۱
فشار هوا و گوش ۳۴۷
فشارسنج ۲۳۵
فشفشه ۳۰، ۳۹
فصل جفت‌گیری ۳۰۶
فصل زادآوری ۳۰۶
فصل‌های زمین ۲۳۶، ۲۳۷
فصل‌های مناطق معتدل ۲۳۷
فضا ۱۶۰-۲۰۱
فضا و امواج ۹۹
فضا و جرم ۷۳
فضاپیمای بین سیاره‌ای ۱۹۸
فضا- زمان ۷۳
فضانوردان ۱۰۰، ۱۹۰، **۱۹۲**
آمریکایی ۱۹۰
روسی ۱۹۰
و بی‌وزنی ۷۲
و گرانش ۷۲
فعالیت برون سفینه‌ای ۱۹۳
فعالیت‌های آتش‌فشان‌های زیردریایی ۲۱۴
فعالیت‌های آتش‌فشانی ۲۱۲، ۲۱۴، ۲۲۹
فعالیت‌های برون سفینه‌ای ۱۹۲
فعالیت‌های صنعتی ۲۵۰
فعالیت‌های کشاورزی و محیط‌زیست ۲۵۰
فعالیت‌های کوه‌زایی ۲۰۶
فعالیت‌های هیدروترمال ۲۱۲، ۲۱۳
فک‌ها ۲۸۶
فلج اطفال ۳۷۲
فلداسپار ۱۹
فلدسپات ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۱۹
فلدسپات صورتی ۲۱۹
فلزات **۳۴**، ۳۵، ۸۰، ۱۱۰، ۱۳۰، ۱۳۲، ۲۰۶، ۲۴۹
انتقالی ۳۵
بازیافتی ۶۰
حافظه‌دار ۱۲
در فضا ۲۷
قلیایی ۲۷، ۳۵
قلیایی-خاکی ۳۵
مذاب ۸۰
مغناطیسی ۶۰
و الکتریسیته‌ی ساکن ۱۲۷
و کش‌سانی ۱۲
واکنش‌ناپذیر ۳۴
فلس ۳۰۳
فلفل دلمه‌ای ۳۱
فلمینگ، جان ۱۳۶
فلمینگ، سرالکساندر ۲۸۳
فلوئوریدها ۳۷
فلوئورین ۳۷
فلوت ۱۰۴
فلوریدای آمریکا ۱۹۱
فلوک ۳۰۵
فلوک شیستوزوما ۳۰۵
فناکیستوسکوپ ۱۲۰
فناوری بالای تصویربرداری ۳۷۴
فناوری پزشکی **۳۷۴**
فناوری دیجیتال ۱۲۱، ۱۴۴
فناوری رایانه‌ها ۱۴۲
فناوری ریزتراشه ۱۵۷
فناوری زیستی ۲۵۱
فناوری شیشه ۵۴
فناوری فست اسکین ۵۶
فناوری کربن ۴۸، ۴۹
فناوری نانو **۱۵۷**
فناوری نانو در پزشکی ۳۷۶
فناوری نانوی کربنی ۱۵۹
فندق‌شکن و اهرم ۸۸
فنیل تیوکاربامید (PTC) ۳۶۵
فواره‌های تریتون ۱۸۲
فوبوس ۱۷۸
فوتوترانزیستور **نگاه کنید به** ترانزیستور حساس به نور
فوتوفور **نگاه کنید به** اندام نورافشان
فوتون ۱۱۰
فوران‌های آتش‌فشانی ۲۱۴، ۲۲۳، ۲۳۱
فولاد ۱۳۲، ۱۳۴
فولاد آلیاژی ۳۵
فولاد ضدزنگ ۱۰
فولر، باکمینستر ۴۴، ۴۵
فولرین ۴۴
فولیکول تخمدان ۳۶۷
فولیکول مو ۳۵۱
فویل ۹۵
فیبر شیشه ۵۷
فیبر نوری ۱۴۶
فیبرهای تاریک ۱۴۶
فیبرهای کربن ۴۹
فیبرهای نوری ۵۴، ۱۴۶، ۱۴۷
فیبرین ۳۵۳
فیتوپلانکتون‌ها ۲۸۶ ، ۲۸۷
فیرن ۲۲۶
فیزیک سنتی و گرانش ۷۳
فیزیکدانان ۱۸۶
آلمانی ۹۸، ۱۲۹
آمریکایی ۱۳۵
اتریشی سوئدی ۸۵
انگلیسی ۷۹، ۱۳۶
اینشتین، آلبرت ۷۳
فرانسوی ۱۱۸
نیوتون، ایزاک ۶۶
فیزیوتراپی ۳۷۳
فیل آسیایی ۳۲۸
فیل آفریقایی ۳۰۵
فیلامان ۱۲۹
فیلتر آبی ۱۲۳
فیلترها ۱۴۴
فیلترهای رنگی ۱۴۴، ۱۹۷
فیلم ۱۱۹، ۱۲۱
فیلم سینمایی ۱۲۰
فیلم عکاسی ۱۱۸، ۱۱۹
فیلم متحرک ۱۲۰
فیلم نقاب ۱۲۱
فیلمبرداری ۱۲۰، ۱۴۵
فیلمسازی ۱۲۰
فیلم‌های اکشن(حادثه‌ای) ۱۲۱
فیلم‌های دوربین ۵۳
فیلم‌های سیاه و سفید ۱۲۰
فیل‌ها ۳۱۱، ۳۱۹، ۳۲۸
فینکس ۲۰۰
فیوز ۱۲۸
فیوز و اکسیژن ۳۹
فیومیا ۳۲۸

ق

قاب بالان ۲۹۷
قارچ‌ها ۶۱، ۲۲۴، ۲۵۴، ۲۷۷، **۲۸۲-۲۸۳**، ۳۲۷، ۳۷۱
تک‌سلولی ۲۸۲
چتری ۲۵۴
چتری خوراکی ۲۸۲
چتری سمی ۲۸۲، ۲۸۳
دنبلان ۲۸۲
دود کننده ۲۸۲
قاره‌ها ۲۰۸
قاره‌های امروزی ۲۰۹
قاره‌ی پانگه‌آ ۲۰۹
قاره‌ی جنوبگان ۲۰۵، ۲۳۴
قاصدک ۲۶۲
قانون اول نیوتون ۶۶، ۶۷
قانون اهم ۱۲۹
قانون دست چپ فلمینگ ۱۳۶
قانون دست راست فلمینگ ۱۳۷
قانون دوم نیوتون ۶۶، ۷۱
قانون سوم نیوتون ۶۶
قایق ۵۷، ۹۴، **۹۵**
قایق ساختن ۲۸۰
قایق و انرژی ۷۸
قایق یدک کش ۷۸
قبرستان ضایعات ۶۰
قبرستان هواپیماها ۶۱
قد ۳۶۶
قدرت ۷۸، ۷۹
قدرت جریان ۱۴
قدرت شنوایی ۱۰۳
قدرت موج ۲۲۹
قدرت هیدروژن ۳۲
قراضه‌های آهن ۱۳۴
قرقره‌ها ۸۹، ۹۰
قرقره‌ی دوتایی ۹۰
قرنیه ۳۴۸
قسمت‌های دستگاه گوارش ۳۵۸
قشر مخ ۳۴۵، ۳۴۹
قطار برقی ۱۳۶
قطارها ۱۳۴، ۱۳۶
قطارهای شینکانزن (گلوله) ۱۳۶
قطب ۸۲
قطب جنوب ۱۷۶، ۲۳۴، ۳۲۶
قطب جنوب جغرافیایی ۲۰۷
قطب جنوب مغناطیسی ۲۰۷
قطب جنوب نپتون ۱۸۲
قطب شمال ۴۰، ۲۲۶
قطب شمال جغرافیایی ۲۰۷
قطب شمال مغناطیسی ۱۳۳، ۲۰۷
قطب‌نما ۱۳۲، ۱۷۱
قطب‌نمای مغناطیسی ۱۳۳، ۱۳۴
قطب‌های زمین ۲۴۰
قطب‌های سوزنی ۱۳۳
قطب های غیرهمنام ۱۳۲
قطب‌های مغناطیسی ۱۳۲
قطب‌های همنام ۱۳۲
قطبین ۲۰۴
قطر زمین ۲۰۴
قطرات آب ۴۱
قطرات باران ۱۲۲
قطره‌های ریزآب معلق در هوا ۲۴۳
قطعه‌ی دهانی ۲۹۸
قطعه‌ی موسیقی ۱۰۹
قفسه‌ی سینه ۲۹۲، ۳۵۴، ۳۵۵
قلاب‌ها ۲۹۵
قلب ۲۹۲، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۵۲، ۳۶۸، ۳۷۰، ۳۷۳، ۳۷۴
قلع ۳۵
قلمرو ۳۲۴
قله‌های آتش‌فشانی غرق شده ۲۳۰
قله‌ی آتاپورنا ۲۱۴
قله‌ی کوه ۲۱۴
قله‌ی کوه‌ها و فشار هوا ۷۵
قلیاها ۳۳
قلیایی ۳۲
قمرها ۱۶۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۳، ۱۹۸، ۲۰۰
آیو ۱۶۱
اروپا ۱۶۱، ۲۰۰
اروس ۱۹۸
بزرگ مشتری ۱۸۶
تیتان ۱۸۰، ۱۹۸
شارون ۱۸۳
طبیعی ۱۷۷
گالیله‌ای ۱۷۹
مریخ ۱۷۸
قندفسفات ۳۶۴
قند و غذاهای قندی ۳۶۹
قندها ۲۵۷، ۲۸۲
قنطورس نزدیک ۱۷۲
قوانین حرکت ۶۶
قوت موج ۱۴۳
قوت میدان الکتریسیته ۱۳۳
قورباغه‌ها ۳۰۱، ۳۰۵، ۳۰۷، ۳۱۴، ۳۲۰
بالغ ۳۰۵
برزیلی سیلابی ۳۰۷
پرنده ۳۱۴
تیرسمی ۳۲۰
قوزک پا ۳۴۰
قوس الکتریکی ۱۲۷
قوطی‌های پلاستیکی ۲۵۰
قیر ۵۱

ک

کائوچو ۲۸۰
کائولین ۵۵
کابل ۱۳۱
کابل فیبر نوری ۱۴۶
کابل‌های تلفن ۵۴
کابل‌های حاوی سیم‌های مسی ۳۴
کابل‌های زیردریایی ۱۴۶
کابل‌های زیرزمینی ۱۳۱
کابل‌های فلزی ۱۳۱
کابل‌های هوایی ۱۳۱
کاپولا ۳۴۷
کاپی باراها ۳۱۹
کاتالیزور ۲۹
کاتالیزور سیاه ۵۹
کاج ۲۳۷، ۲۴۶، ۲۶۴، ۲۶۹
کار **۷۸**، ۷۹
کار در فضا ۱۹۳
کاراپاس ۲۹۶، ۳۳۳
کارایی ۷۸
کاربرهای رایانه ۱۵۰
کارت حافظه ۱۰۹
کارت‌های اعتباری ۵۳
کارخانه‌ها ۲۵۰
کارخانه‌ها و محیط زیست ۲۵۰
کارخانه‌های اکسیژن‌سازی ۲۸۷
کارخانه‌ی بازیافت کاغذ ۶۱
کارشیل ۳۹
کارکرد هورمون‌ها ۳۵۶
کاسبرگ ۲۶۳
کاسبرگ گل سوسن ۲۶۵
کاسبرگ‌های لب‌مانند ۲۶۷
کاست صوتی ۱۰۸
کاسه‌های پلاستیکی ۵۲
کاشت برنج ۲۷۶
کاشت دانه ۲۷۸
کاشفین چینی و آهنربایی ۱۳۲
کاغذ ۵۰، ۲۸۰
کاغذ روزنامه‌ی بازیافتی ۶۱
کاغذ و دما ۸۱
کاغذسازی ۲۸۰
کافی‌نت ۱۵۲
کاکتوس‌ها ۲۳۷، ۲۷۵
کالدرا ۲۱۳
کالری ۷۷
کالکارتا ۲۹۴
کالیستو ۱۷۹
کالیفرنیا ۱۰۶، ۲۵۱، ۳۲۳
کالینز، مایکل ۱۹۰
کامبیوم ۲۶۸
کامپوسیتِ پلاستیکی ۵۷
کامپوسیتِ طبیعی ۵۷
کامپوسیت‌ها **۵۷**
کامپیوتر **نگاه کنیدبه** رایانه
کامچاتکا ۲۱۳
کامیون ۸۸، ۹۳
کامیون با کفه‌ی بالارونده ۸۸
کامیون‌ها و محیط زیست ۲۵۰
کانادا ۱۳۳، ۱۸۹، ۱۹۵
کانال رادیویی ۱۴۳، ۲۰۰
کانزاس ۲۴۱
کانسنگ‌های فلزی ۲۴۹
کانگوروی قرمز ۳۱۰
کانون‌های زلزله ۲۱۰
کانیون برایس ۲۲۲
کانی‌ها ۱۸، ۱۹، ۳۴، ۳۵، ۴۰، ۴۴، **۲۱۶**، ۲۱۹، ۲۲۳، ۲۳۰
کانی‌های سنگ‌ساز ۲۱۶
کانی‌های قیمتی ۲۱۷، ۲۴۹
کانی‌های مرکب ۲۱۶
کاوش در آسمان ۲۰۰
کاوش فضایی ۱۸۸
کاوشگرهای اسکنرهای پزشکی ۱۳۰
کاوندیش، هنری ۳۸
کاهش ابتلا به بیماری ۳۷۲
کاهش خسارت به محیط زیست ۲۵۱
کاهش صدا در اتوبان ۱۰۷
کاهش طول عمر ۳۶۹
کاهش فشارخون ۲۷۹
کبد ۲۸۵، ۲۹۳، ۳۵۸، **۳۶۰**، ۳۷۳
کبریت فسفری ۲۷
کبوترسانان ۳۰۳
کپسول باکتری ۳۷۱
کپسول کلیه ۳۶۱
کپسول هوای فشرده ۳۹
کپسول‌های آتش‌نشانی ۱۹
کپک‌ها ۲۷۸، ۲۸۲، ۲۸۳
کپک‌های مخاطی ۲۸۵
کتان ۵۶، ۲۸۱
کتف ۳۱۴، ۳۴۰
کج‌روییدن درخت‌ها و باد ۲۴۰
کد رنگی مقاومت‌ها ۱۳۸
کدئین ۲۷۹
کدبندی هوشمند ۱۴۶
کدهای دیجیتال ۱۴۳، ۱۴۶
کدهای هویتی ریزتراشه ۱۴۲
کراتین ۳۵۱
کربن ۲۵، **۴۴**، ۴۸، ۵۲، ۸۶، ۱۳۲، ۱۷۸، ۲۴۹
کربن دی اکسید **نگاه کنیدبه** دی اکسید کربن
کربنات کلسیم ۳۳، ۲۹۹
کربوهیدرات **نگاه کنیدبه** هیدروکربن
کرک‌های حساس ۲۷۱
کرگدن گیاه‌خوار ۳۱۳
کرم خاکی ۲۹۵، ۳۱۷، ۳۲۷
کرمِ شب‌تاب پلیکت ۱۱۱
کرم صورت ۱۸
کرم و دی اکسید کربن ۴۵
کرم‌ها **۲۹۵**، ۳۷۱
کرم‌های بادبزنی ۳۱۲
کرم‌های پهن ۲۹۵
کرم‌های پهن دریایی ۲۹۵
کرم‌های حلقوی ۲۹۵
کرم‌های خاکی ۲۲۴، ۳۰۱
کرم‌های لوله‌ای ۲۳۰، ۲۹۵
کرم‌های نواری ۲۹۵
کروکودیل‌ها ۳۰۲، ۳۰۸
کروم ۵۴
کروماتوگرافی **نگاه کنیدبه** رنگ‌نگاری
کروماتوگرام ۲۱
کروماتید ۳۶۴
کروموزوم‌ها ۴۷، ۲۷۳، ۲۸۵، ۳۰۹، ۳۶۴، ۳۶۵
جنسی X ۳۶۴
جنسی Y ۳۶۴
جنسی ۳۶۴
جنسی پسران ۳۶۴
جنسی دختران ۳۶۴
کروموسفر ۱۷۰
کرونا (تاج) ۱۷۰
کرونای خورشید ۱۷۱، ۱۹۶
کره اسب ۶۷
کره‌ی چشم ۳۴۸
کره‌ی رنگی **نگاه کنیدبه** کروموسفر
کره‌ی زمین ۳۳۰
کره‌ی مغناطیسی **نگاه کنیدبه** مگنتوسفر
کره‌ی منجمد ۲۰۵
کری، سیمور ۱۵۱
کریپدیا ۲۹۶
کریستال (بلور) ۱۲
کریوسفر **نگاه کنیدبه** کره‌ی منجمد
کریل‌ها ۲۹۶
کرینوئیده ۲۹۹
کسوف **نگاه کنیدبه** خورشیدگرفتگی
کش و انرژی ۷۶
کشاورزان ۲۷۶
کشاورزان و پیش‌بینی وضع‌هوا ۲۳۹
کشاورزی ۲۴۶، ۲۴۸
کشتزارها ۲۷۶
کشتزارهای اسطوخودوس ۲۸۰
کشتی ۹۴، ۹۵
کشتی‌ها و محیط زیست ۲۵۰
کشتی‌های تحقیقاتی ۲۳۰
کش‌سانی ۱۲، **۶۹**
کش‌سانی پارچه ۵۶
کش‌سانی کمان ۷۶
کشش ۳۵۰
کشف کد ۱۴۵
کشکک ۳۴۰
کشنده‌های سرخ سمی ۲۸۷
کشیدن سیگار ۳۶۹، ۳۷۰
کف اقیانوس‌ها ۲۰۶
کرگدن ۳۱۳
کف‌دست ۳۵۰
کفش‌دوزک ۲۷۷
کفشدوزک صیاد ۲۷۷
کک ۳۱۵
کُلاپرک گل ۲۶۵
کلاژن ۵۷
کلاف فولادی ۳۴
کلاله ۲۶۵، ۲۶۶
کلاه ۲۸۰
کلاه ایمنی آتش‌نشان ۱۰
کلاه خلبان و فشار هوا ۷۴
کلاهک ۲۵۷
کلاهک‌های یخی ۱۷۸، ۲۲۶
کلپ ۲۸۶
کلپ غول‌پیکر ۲۸۶
کلر ۲۷، ۳۷
کلروپلاست ۲۵۶، ۲۵۸، ۲۸۵
کلروفلوئوروکربن‌ها (CFCs) ۲۳۴
کلروفیل **نگاه کنیدبه** سبزینه
کلرید سدیم ۵۰، ۲۲۸
کلسترول ۳۷۰
کلسیت ۲۱۶، ۲۱۸
کلسیم ۳۴۰، ۳۶۶
کلسیم خون ۳۵۶
کلشیسین ۲۷۹
کلکتور **نگاه کنیدبه** جمع‌آورنده
کلنی ۲۹۴، ۳۲۴
کلنی‌های جان‌سخت ۲۶۱
کلوئید ۱۸
کلون کردن ۲۷۸
کلوین ۸۰
کلید لامپ ۱۲۸
کلیه‌ی چپ ۳۶۱
کلیه‌ی راست ۳۶۱
کمان و انرژی ۷۶
کمان‌های آبشش ۲۹۲
کمباین‌های دروکننده ۲۷۷
کمبود ویتامین C ۳۷۰
کمربند ایمنی ۵۷
کمربند سیارکی ۱۷۲، ۱۸۴
کمربند کوئیپر ۱۸۴
کمربندهای ون‌آلن ۱۷۶
کنار دریا ۳۲۶
کنام ۳۲۶
کنام بوم‌شناختی ۳۲۶
کنترل از راه دور ۱۳۹
کنترل الکتریکی ۱۲۸
کنترل بیولوژیک **نگاه کنیدبه** کنترلِ زیستی
کنترل پرواز هواپیما ۹۶
کنترل جریان الکتریسیته ۱۲۸
کنترل حرکات ۳۴۵
کنترل زیستی ۲۷۷
کنترل طبیعی آفت‌ها ۲۷۷
کنترل کیفیت ۱۴۲
کنترل میزان آب بدن ۳۵۱
کندشدن فعالیت دستگاه‌های بدن ۳۲۳
کنده‌کاری برنزی ۳۵
کنده‌ی درختان ۲۸۰
کنسرت موسیقی راک ۱۲۷
کنسرت‌ها و لیزر ۱۱۲
کنف ۲۸۱
کنگلومرا ۲۱۸
کنه‌سانان ۲۹۸
کنه‌ها ۲۹۸، ۳۲۵
کنه‌ی گوسفند ۲۹۸
کنیا ۲۴۷
کنیداریا ۲۹۴
کنیدارین‌ها **۲۹۴**
کنیدوبلاست‌های (سلول‌های گزنده) ۲۹۴
کوارتز ۱۹، ۳۴، ۲۱۸
کوارتز بنفش ۲۱۶
کوارتز سفید ۲۱۹
کوازارها ۱۶۹
کوبوزوا ۲۹۴
کوبه ۲۱۰، ۲۱۱
کوتوله‌ی زرد ۱۶۶
کوتوله‌ی سفید ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹
کوتوله‌ی سیاه ۱۶۸
کوتیکول ۳۵۱
کود ۲۶۱
کود باغچه ۶۱
کودکان و شنوایی ۱۰۳
کودها ۴۲، ۲۸۷
شیمیایی ۴۲، ۴۳، ۵۰، ۲۴۸، ۲۷۷
طبیعی ۴۲
گلدانی ۶۱
مایع ۴۲
کوراک‌ها ۱۶۲
کورتیوساروس ۳۳۱
کوره حرارت ۸۰
کوره‌ی خورشیدی ۸۳
کوسه‌ماهی‌ها ۲۲۸، ۲۹۲، ۳۰۰، ۳۱۲، ۳۲۸
کوسه‌ها ۲۹۳، ۳۱۵
کوکا ۲۷۹
کوکائین ۲۷۹
کولار ۵۶
کولاک ۲۴۵
کولر ۸۱
کوما ۱۸۵
کولونوسکوپ ۳۵۹
کومولوس ۲۴۲
کومولونیمبوس ۲۴۲
کوه کایلاس ۲۲۲
کوه یخ ۲۲۶
کوه یخ شناور ۸۰
کوه‌زایی ۲۰۶، **۲۱۴**
کوهستان‌های سرد و سنگی و گیاهان ۲۷۴
کوهنوردان و فشارهوا ۷۵

کوهنوردان و لباس ۵۸
کوه‌ها ۲۰۵، ۲۳۷
کوه‌های آتش‌فشانی ۲۱۳
کوه‌های آند ۲۱۴، ۲۵۰، ۳۲۵
کوه‌های دوقلو ۱۷۸
کوه‌های زیردریایی ۲۳۰
کوه‌های سطح ماه ۱۸۶
کوه های گسلی ۲۱۴، ۲۱۵
کوه‌های ماکسول ۱۷۵
کوه‌های مخروطی‌شکل ۲۱۴
کهربا ۳۳۳
کهکشان‌ها ۱۶۲، **۱۶۴-۱۶۵**
M ۱۶۵
M۱۰۰ ۱۶۴
Sa ۱۶۴
Sb ۱۶۴
Sc ۱۶۴
آندرومدا ۱۶۵
بلازارها ۱۶۵
بیضوی ۱۶۵
رادیویی ۱۶۵
راه‌شیری ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲
سومبررو ۱۹۷
سیلفرت ۱۶۵
فعال ۱۶۵
فعال ۱۸۶
کوازارها ۱۶۵
مارپیچی ESO-G۱۳ ۵۱۰ ۱۶۴
مارپیچی سومبررو (M۱۰۴) ۱۹۷
محلی ۱۶۵
نامنظم ۱۶۵
کیاسمای بینایی ۳۴۹
کیت روبات‌سازی ۱۵۴
کیتین ۲۹۳
کیسمت ۱۵۶
کیسه‌های پلاستیکی و کربن ۴۹
کیسه‌های صوتی ۳۰۷
کیسه‌های هوا ۳۰۳
کیسه‌ی بیضه ۳۶۲
کیسه‌ی شنا ۹۴
کیسه‌ی صفرا ۲۹۲، ۳۵۳، ۳۵۸، ۳۶۰
کیسه‌ی منی ۳۶۲
کیسه‌ی هوایی ۳۵۴
کیسه‌ی هوای اتومبیل ۵۹
کیلوبایت ۱۴۸
کیلوژول ۷۹
کیلوکالری ۷۷، ۷۹
کیلوگرم ۷۲
کیموس معده ۳۵۹
کینین ۲۷۹
کیوی ۳۰۳
کیهان **۱۶۰-۱۶۱**
کیهان در حال انبساط ۱۶۲
کیهان و امواج ۹۹

گ

گابرو ۲۱۹
گارگارین، یوری ۱۹۰
گارنت(گرونا)ی شیست ۲۱۹
گاز بی‌رنگ ۳۹
گاز سمی‌متان ۶۰
گاز طبیعی ۴۴، ۸۱، ۲۴۹
گاز در دود ۱۱
گازوئیل ۵۱
گازها **۱۵**، ۹۴، ۱۳۱، ۲۴۹، ۲۵۱
گازهای آتش‌فشانی ۲۰۶
گازهای اتمسفر ۷۴، ۲۳۴، ۲۵۰
گازهای بین ستاره‌ای ۱۸۶
گازهای حل شده در آب ۴۰
گازهای داغ خورشید ۱۷۰
گازهای دود ۲۹
گازهای زیانبار ۲۹
گازهای سمی ۳۷
گازهای کم‌زیان ۲۹
گازهای گلخانه‌ای ۲۵۰
گازهای نادر ۳۶، ۳۷
گازهای واکنش‌ناپذیر ۳۶
گازهای هوا ۲۲
گاگارین، یوری ۱۹۲
گالاگوی شب‌شکار ۳۲۲
گالوانی، لوئیجی ۱۲۹
گالیله ۱۷۹، ۱۸۶
گالیمیموس ۳۳۱
گالیوم ۲۶، ۱۳۹
گام موسیقی ۱۰۴
گاما ۸۴، ۱۸۷
گامفوتریوم ۳۲۸
گانیمد ۱۷۳، ۱۷۹
گایا ۲۰۴
گایوت‌ها ۲۳۰
گدازه‌ها ۱۶، ۱۷۵، ۱۹۸، ۲۱۲، ۲۱۷، ۲۱۹
گدازه‌های آتش‌فشانی ۲۰۵، ۲۱۹
گدازه‌ی آآ (AA)۲۱۳
گدازه‌ی پاهوئه‌هوئه ۲۱۳
گرافیت ۴۴
گرانش **۷۲**، ۷۶، ۱۶۰، ۱۶۱
گرانشِ اینشتین ۷۳
گرانشِ صفر ۷۲
گرانش گردشگری ۲۱۳
گرانش ملکول‌ها ۴۱
گرانشِ و اینشتین ۷۳
گرانش و کشش ۷۰
گرانش و گیاهان ۲۷۲
گرانوم ۲۵۸
گرانیت ۱۹، ۲۱۹، ۲۴۸
گربه‌ماهی ۳۱۶
گربه‌ی دندان شمشیری ۳۳۲
گرد و غبار در نای ۳۵۵
گردبادهای استوایی ۲۴۰
گردش به دور خورشید ۲۰۴
گردش خون ششی ۳۵۲
گردش خون‌مغزی ۳۵۲
گردن رحم ۳۶۲
گرده ۲۶۶، ۲۶۷
گرده افشان‌ها ۲۶۶، ۲۶۷
گرده افشانی ۲۵۵، **۲۶۶**، ۲۷۶
گرده افشانی و آفت‌کش‌ها ۲۷۷
گرده‌ی گیاهان و حساسیت ۲۶۷
گرفتن نبض ۳۶۸
گرگ‌ها ۳۱۷، ۳۱۸
گرم و سردشدن زمین ۲۰۶
گرما **۸۰**، ۸۲، ۱۲۸، ۲۲۲
گرمابی **نگاه کنیدبه** هیدروترمال
گرمادرمانی ۳۷۳
گرمای الکتریکی ۱۲۷
گرمای تشعشعی آب ۸۳
گرمای خورشید ۸۶، ۲۳۶
گرم شدن جهانی ۸۷
گرم شدن جهانی هوا ۲۲۷
گرم شدن کره‌ی زمین ۲۲۷
گرم شدن هوای زمین ۲۵۰
گرونا ۲۱۷
گروه ۱۸ جدول تناوبی ۳۷
گروه بندی جانوران ۲۹۰
گروه‌ها در جدول تناوبی ۲۶، ۲۷
گروه‌های لنفی ۳۵۷
گره برگ ۲۵۶
گرهک ۲۷۷
گرهک‌های ریشه ۲۸۴
گره‌های لنفی ۳۵۷
گریس‌کاری ۶۸
گرینلند ۲۰۵، ۲۲۶
گزنه ۲۷۴
گزیدگی‌های عقرب ۲۷۹
گزیدگی‌های مار ۲۷۹
گسترش بستر اقیانوس ۲۰۹
گسل‌ها ۹۹، ۲۰۸، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۵
دورشونده ۲۰۸
سن آندریاس ۲۱۱
ضربه‌های لغزشی ۲۱۱
عادی ۲۱۱
مایل ۲۱۱
معکوس ۲۱۱
گشتاور ۶۴
گفتاردرمانی ۳۷۳
گُل ۲۶۵
گُل انگل ۲۷۰
گُل حسرت ۲۷۹
گُلِ ساعت ۲۷۳
گُلِ سفید ۲۱۸
گُلایدر ۵۷
گلبرگ ۲۶۵
گلبول‌های سفید انعقاد خون ۳۵۳
گلبول‌های سفید خون ۳۱۴، ۳۵۷، ۳۷۱، ۳۷۶
گلبول‌های قرمز خون ۲۸۵، ۳۱۴، ۳۵۳، ۳۶۰، ۳۷۶
گلچه ۲۶۲، ۲۶۵
گلخانه‌ها ۵۲، ۲۷۷
گلریزان در بیابان ۲۷۵
گلسنگ ۲۱۹، ۲۴۶، ۲۸۲، ۲۸۳
گلف استریم ۲۲۹
گل‌فشان‌ها ۲۱۳
گلگیر ۵۷
گلگیر پلاستیکی ۱۲
گلن، جان ۱۹۰
گلو ۳۵۵
گلوکز ۴۶، ۲۵۸، ۳۵۶
گلوله‌های ملکولی ۱۵۷
گلومرول ۳۶۱
گل‌های آفتابگردان ۲۷۲
گلیا ۳۳۹
گمراه کردن دشمن ۳۲۰
گنایس ۲۱۹
گنبد هندسی ۴۵
گنجشک‌سانان ۳۰۳
گندم ۲۷۶
گوآنین ۴۷
گوارش ۴۶، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۵۸
گوارش چربی‌ها ۳۶۰
گوارش غذا ۳۵۹
گوجه‌فرنگی ۲۷۸
گودارد، رابرت ۱۸۸
گودال دهانه‌ای **نگاه کنیدبه** دهانه‌های برخوردی
گودال، جین ۳۱۸
گور اسب ۲۹۱، ۳۲۶
گور اسب آفریقایی ۳۳۵
گورخرها ۲۹۱
گوزن ۳۲۵
گوزن قرمز ۳۰۷
گوزن‌های‌شمالی ۳۲۲
گوزن‌های‌یال‌دار ۳۱۰، ۳۲۶
گوسفند ۲۹۸
گوش بیرونی بزرگ ۱۰۰
گوش خارجی (بدن) ۳۴۷
گوش‌میانی ۳۴۷
گوشت‌خواران ۲۹۸، ۳۰۱، ۳۱۲، ۳۱۷، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۳۲
گوشته ۲۰۶
گوشته‌ی زمین ۲۱۷، ۲۳۱
گوشته‌ی عطارد ۱۷۴
گوش‌ها ۳۱۷، ۳۴۷، ۳۵۸، ۳۷۵
گوش‌های پیشرفته ۳۲۲
گوش‌های حساس ۱۰۰
گوش‌های خارجی (جانوران) ۳۱۷
گوشی تلفن ۱۴۶
گوشی فیلترکننده‌ی صدا ۱۰۲
گوگرد ۲۷، ۳۶، ۱۷۹
گونه ۲۵۴، ۲۹۰، ۳۲۸
گونه‌های در حال انقراض ۳۲۵
گونه‌های گیاهی و جانوری ۲۴۶
گونه‌ی آپایین ۳۲۹
گونه‌ی آکیاپولائو ۳۲۹
گونه‌ی آماکیهی ۳۲۹
گونه‌ی ایوی ۳۲۹
گونه‌ی جانوران ۲۹۰
گونه‌ی فنج یهووا ۳۲۹
گونه‌ی مائویی منقار طوطی ۳۲۹
گیاه ۳۲۷
گیاه باقلا ۲۵۷
گیاه پنبه ۲۸۱
گیاه تک‌لپه‌ای ۲۶۵
گیاه حرّا ۲۷۳
گیاه خاص ماده ۲۶۷
گیاه خشخاش ۲۷۹
گیاه خلال دندان ۲۷۹
گیاه دم اسب ۲۵۷
گیاه دولپه‌ای ۲۶۵
گیاه زعفران ۲۷۲
گیاه قلوه‌سنگی ۲۷۴
گیاه کوکا ۲۷۹
گیاه لوبیا ۲۷۷
گیاه مگس‌خوار ونوس ۲۷۱
گیاه نخود ۲۷۷
گیاه نوزاد ۲۶۲
گیاهان ۲۴۶، ۲۵۴
آبزی ۲۷۴
انگل **۲۷۰**
بالارونده ۲۷۳
خاردار ۲۷۴
خزان‌شونده ۲۷۲
خشک‌رُست ۲۷۴
دارویی **۲۷۹**
دانه‌دار **۲۶۲-۲۶۳**
در کوهستان‌های خشن ۲۷۴
زودمیر ۲۷۵
شوررُست ۲۷۴
کشاورزی ۲۷۸
کلون‌شده ۲۷۸
کوهستانی ۲۷۴
گل‌دار (نهان‌دانگان) ۲۵۵، ۲۶۰
گل‌دار **۲۶۵**
گوشت‌خوار **۲۷۱**
گوشتی ۲۷۵
گیاهان بدون دانه **۲۶۰-۲۶۱**
مخروط‌دار **۲۶۴**
نهان‌دانه ۲۶۵
و تغییرات اقلیمی ۲۶۹
و حرکت آوندی ۴۱
و سوخت ۸۶
گیاه‌خواران ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۳۱
گیتار آکوستیک ۱۰۵

گیتار برقی ۱۰۵
گیرنده‌های بو ۳۱۷
گیرنده‌های پوست ۳۵۰
گیرنده‌های حساس به لمس ۳۱۶
گیرنده‌های حسی ۳۴۶
گیرنده‌های حسی بو ۳۴۶
گیرنده‌های حسی چشایی ۳۴۶
گیرنده‌های حسی در شب ۳۱۶
گیرنده‌های حسی شنوایی ۳۴۷
گیرنده‌های حسی مزه ۳۴۶
گیرنده‌های شنوایی ۳۴۷
گیرنده‌های فشار لمس ۳۵۱
گیرنده‌های لمس ۳۵۰، ۳۵۱
گیرنده‌های نوری ۲۵۸، ۳۴۹
گیره‌ی فلزی ۱۲
گیگابایت ۱۴۸
گیلاس ۲۶۳
گیلبرت، ویلیام ۲۰۷

ل

لئوتوف، آلکسی ۱۹۳
لارو پروانه‌ها ۲۹۳
لاروها ۲۹۴، ۳۰۵
لاریکس‌ها ۲۶۴
لاستیک کامپوستی ۵۷
لاستیک ۱۳۰، ۱۴۲
لاستیک و فشار هوا ۷۴
لاک‌پشت پلنگی ۳۰۲
لاک‌پشت دریایی ۳۱۱
لاک‌پشت غول‌پیکر ۳۳۴
لاک‌پشت‌ها ۳۰۲
لاله‌ی گوش ۳۴۷
لام ۱۱۶
لام شیشه‌ای ۱۱۶
لامپ ۱۲۹
لامپ اشعه‌ی کاتد ۱۴۴، ۱۴۵
لامپ برق ۳۵
لامپ روشنایی ۱۲۹
لامپری ۳۰۰
لامپ‌های برق ۳۷
لامسه **۳۵۰**
لامسه و دیگر حواس پوست ۳۴۵
لاوا **نگاه کنید به** گدازه
لاولاک، جیمز ۲۰۴
لاووازیه، آنتوان ۳۸
لاهار ۲۲۳
لایبنیتس، گاتفرید ۱۴۱
لایه‌های آهکی ۲۱۸
لایه‌های الکترونی ۲۷
لایه‌های پوست ۳۵۱
لایه‌های جنگل ۲۶۸
لایه‌های چین‌خورده (زمین) ۲۱۵
لایه‌های رسوبی ۲۱۵
لایه‌های طبیعی ۲۲۴
لایه‌های یخ ۲۴۵
لایه‌ی اتم‌های کربن ۴۴
لایه‌ی ازون ۲۰۴، ۲۳۴، ۲۳۵
لایه‌ی رس ۲۳۳
لایه‌ی زاینده ۳۵۱
لایه‌ی مخاطی ۳۴۸
لباس ۲۷۸
لباس ایمنی ۱۰، ۱۱
لباس پرواز فشاردار ۷۴
لباس چسبان ۵۶
لباس ضدسرما ۵۸
لباس غواصی دولایه ۷۵
لباس غواصی عمق‌های بالا ۷۵
لباس غواصی و اکسیژن ۳۹
لباس غواصی و فشار آب ۷۵
لباس فضانوردان ۱۹۲
لباس کوهنوردی ۵۸
لباس محافظ چندلایه‌ای فضانورد ۱۹۲
لباس و کربن ۴۹
لباس‌های آئرودینامیک ۷۸
لباس‌های ضدآب ۵۳
لب‌ها ۳۵۰
لپه ۲۶۳
لثه ۳۵۸، ۳۶۸
لخته ۳۵۳
لختی **نگاه کنید به** اینرسی
لرزه‌شناسی ۲۱۰، ۲۱۱
لرزه‌نگار ۲۱۱
لرزه‌نگاشت ۲۱۱
لقاح ۲۵۵، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۶۲
لقاح خارج از بدن ۳۰۹
لک ۳۰۶، ۳۰۷
لکه‌های پوستی مادرزادی ۳۷۵
لکه‌های خورشیدی ۱۷۰، ۱۸۶
لکه‌ی بزرگ ۱۸۲
لکه‌ی پیّر ۳۵۷
لکه‌ی قرمز بزرگ ۱۷۹
لگن صدمه دیده ۳۷۵
لگنچه ۳۶۱
لمس ۳۱۶
لمس و گیاهان ۲۷۲
لنز چشمی ۱۱۵، ۱۱۶
لنز **نگاه کنید به** عدسی
لنزهای تماسی ۱۱۵
لنفوسیت T ۳۷۱
لنفوسیت‌ها ۳۵۷
لنگر ۶۴
لوازم آرایش ۴۹، ۲۸۰
لوب چپ کبد ۳۶۰
لوبول‌ها ۳۶۰
لوبول‌های کبد ۳۶۰
لوبیا ۲۸۴
لوبیای بال‌دار ۲۷۶
لوبیای رونده ۲۶۳
لوزالمعده ۳۵۶، ۳۵۸
لوزه‌ها ۳۵۷
لوسمی حاد ۲۷۹
لوسیراپتور ۳۳۱
لوله‌های تنفسی و گیاهان دارویی ۲۷۹
لوله‌های ساختمانی و کربن ۴۹
لوله‌های هیدرولیک ۷۵
لوله‌ی تخمک‌بَر ۳۶۲
لوله‌ی فالوپ **نگاه کنید به** لوله‌ی تخمک‌بَر
لوله‌ی گوارش ۳۱۲، ۳۵۸
لوله‌ی گوش ۳۱۷
لومیر، آگوست ۱۲۰
لهوریه، اورباین ۱۸۲
لیبرشی، یان ۱۱۷
لیپلاکوفورا ۲۹۹
لیتوسفر ۲۰۷، ۲۰۸
لیزر **۱۱۲**، ۱۰۹، ۱۴۶، ۳۷۴، ۳۷۵
لیزر و زلزله ۲۱۱
لیزر و سی‌دی ۱۰۸
لیسه‌ها ۲۹۹
لیکرا ۵۶
لیگنیت ۲۴۹
لیگنین ۲۵۷
لینه، کارول ۲۵۴
لیون‌هوک، آنتونی‌وان ۲۸۵

م

ماآت مونس ۱۷۵
ماتریکس ۱۲۰
مادر برد **نگاه کنید به** صفحه‌ی اصلی مدار
ماده **۱۰**، ۱۶۰، ۱۶۲، ۱۶۳
انواع ۱۰
تعریف ۱۰
تغییر حالت ۱۶
چگالی ۱۰
زنده ۱۰
غیرزنده ۱۰
ماده‌ی آرام‌بخش ۲۷۹
ماده‌ی تاریک ۱۶۰، ۱۶۳
ماده‌ی زنده ۱۰
ماده‌ی سیال ۹۴
ماده‌ی سیاه نامرئی ۱۶۵
ماده‌ی ضدآتش ۴۹
ماده‌ی مرطوب‌کننده ۵۰
ماده‌ی نرم و پژواک ۱۰۷
مار زنگی ۳۰۲
ماراتن پروانه‌ای مونارک ۳۲۳
مارپیچ دورشته‌ای DNA ۴۷، ۳۶۴
مارپیچ کهکشان ۱۶۱
مارگارین ۳۸
مارماهی مکنده‌لب ۳۰۰
مارمولک ۳۳۱
مارمولک یسوس ۷۴
مارها ۳۱۴، ۳۱۷، ۳۲۱
ماریا (دریا) ۱۷۷
مارینر ۱۹۸
ماسک سایه ۱۴۵
ماسور ۱۳۶
ماسه ۲۱۸، ۲۲۵
ماسه‌خاک ۲۲۴
ماسه‌سنگ ۲۱۸، ۲۴۸
ماسه‌های ساحلی ۲۲۲
ماسه‌ی کوراتز ۱۸
ماشین حساب ۱۴۱
ماشین حساب الکترونیکی ۱۴۰
ماشین حفاری ۷۹
ماشین آلات سنگین ۱۳۶
ماشین آلات و روان‌کاری ۶۸
ماشین‌ها **۸۸**، ۸۹، ۹۱، ۹۲، ۱۵۴، ۱۵۶
کار آمد ۷۸
الکترونیکی ۱۴۸
الکتریکی میکروسکوپی ۱۵۹
و قدرت ۷۹
و کار ۷۸
ماکرل ۲۲۸
ماکروفاژها ۳۵۷
ماکیان سانان ۳۰۳
ماگما ۲۰۸، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۷، ۲۱۹،
۲۳۰، ۲۳۱
مالاریا ۲۸۵
مالاریا و گیاه درمانی ۲۷۹
مالاکوستراکا ۲۹۶
مالدیو ۲۳۱
ماموت ۳۳۳
ماموت پشمالو ۳۳۰
ماموریت اسکای‌لب ۱۹۴
مأموریت فضایی STS-۱۰ ۱۹۳
ماموریت‌های بین سیاره‌ای **۱۹۸**
ماموگرافی ۳۷۲
مانگرو ۲۹۶
مانیتور کامپیوتر **نگاه کنید به** صفحه
نمایش رایانه
ماوس ۱۴۹
ماه ۱۱۷، ۱۷۳، **۱۷۷**، ۱۸۹، ۲۲۹
ماه و نور ۱۱۱
ماه گرفتگی ۱۱۱، ۱۷۷
ماه گرفتگی کامل ۱۷۷
ماه‌نورد ۱۹۰
ماهواره‌ها ۱۴۴، **۱۸۹**، ۲۰۵
اسپوتنیک ۱۹۰
اسپوتنیک I ۱۸۹
اکسپلورر I ۱۷۶
طبیعی ۱۸۹
مخابراتی ۱۸۹
مصنوعی ۱۸۹
هواشناسی ۲۳۹
ماهی ۹۴، ۲۸۶، **۳۰۰**، ۳۲۰، ۳۲۸
آزاد ۳۲۲
استخوانی ۳۰۰
انگلر ۳۱۲
بدون آرواره ۲۲۱، ۳۰۰
پروانه ۳۰۷
چسبنده ۳۲۵
چیرولپیدید ۳۳۰
خالدار ۳۲۵
خورک اروپایی-آسیایی ۳۰۳
دیل ۳۲۰
زره‌دار ۳۲۸
سیکلید ۳۱۰
شش‌دار ۳۰۰
شش‌دار آفریقایی ۳۰۰
غضروفی ۳۰۰
مرکب ۲۲۸
ماهیچه‌ها ۹۴، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۴۲، ۳۶۸
اسکلتی ۳۴۲، ۳۴۳
بدن ۳۴۲
بین‌دنده‌ای ۳۵۵
پیشانی ۳۴۲
توام ۳۴۲، ۳۴۳
چهارسر ۳۴۳
چهارسر ران ۳۴۲
حلقوی چشم ۳۴۲
خیاطه ۳۴۲
درشت‌نی ۳۴۲
درون حفره‌ی بینی ۳۱۹
دلتایی ۳۴۲
دو سر بازو ۳۴۲
دو سر ران ۳۴۳
دیافراگم ۳۵۵
راست بالایی ۳۴۹
راست کننده‌ی مو ۳۵۱
سینه‌ای کوچک ۳۴۲
شکم ۳۵۵
صاف ۳۴۳
قلب ۳۴۳، ۳۵۲، ۳۷۰
متقابل ۳۴۳
مخطط ۳۴۲
مژکی ۳۴۸
مستقیم میانی ۳۴۹
مورب خارجی ۳۴۲
مورب زیرین ۳۴۸
نازک‌نی ۳۴۲
ماهیگیری ۳۰۳
مایت **نگاه کنید به** هیره
مایتنر، لیزه ۸۵
مایع ۹۴
مایع اسیدی ۳۲
مایع گوارشی ۳۵۸
مایع لنف ۳۵۷
مایع مفصلی ۳۱۴
مایع هیدرولیک ۷۵

مایعات **۱۴**
مایعات بدن ۳۶۱
مایعات تمیزکننده و pH ۳۳
مایکروویو کیهانی ۱۶۲
مایلار ۵۲
مایونز ۱۸
مبادله‌ی الکترونی ۲۸
مبدل آنالوگ به دیجیتال ۱۴۰
مبدل برق ۱۳۵
مبدل کاتالیزوری اتومبیل‌ها ۲۹
مبدل **نگاه کنیدبه** ترانسفورمر
مبدل‌های ایستگاه‌های برق ۱۳۵
مبلمان ۲۸۰
متابولیسم ۴۶
متان ۴۸، ۵۱، ۶۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۹۸، ۲۳۴، ۲۵۰
متخصصین صدا ۱۲۰
مته‌های هوای فشرده ۷۴
مثانه ۳۴۳، ۳۶۱، ۳۶۲
مجاری نیم‌دایره‌ی گوش ۳۴۷
مجرای اسپرم ۳۶۲
مجرای خروج ادرار ۳۶۲
مجرای دفع ادرار ۳۶۱
مجرای شنوایی ۳۴۷
مجرای صفراوی ۳۶۰
مجسمه سازی و سنگ ۲۱۹
مجسمه‌ها و باران اسیدی ۳۲
مجسمه‌های آزمون تصادف ۶۷
مجموعه‌ی تلسکوپی(آرایه‌ی بزرگ)۱۸۷
مچ دست ۳۶۶
محافظ پلاستیک ۱۴۲
محافظت از یخ‌زدگی گیاهان ۲۶۹
محافظت در برابر میکروب‌ها ۳۳۸
محصولات دستکاری شده‌ی ژنی **۲۷۸**
محفاظت در برابر جانوران گیاه‌خوار ۲۷۴
محفظه‌ی احتراق ۱۵۷، ۱۸۸
محلول‌ها ۱۹
جامد ۱۹
جامد در مایع ۱۹
گاز در گاز ۱۹
گازی ۱۹
مایع در مایع ۱۹
محل‌های زلزله‌خیز ۲۱۰
محور ۲۰۴، ۲۰۵
محور اتومبیل ۸۹
محور چرخش زمین و فصل‌ها ۲۳۷
محور زمین ۲۰۵
محیط‌زیست ۲۴۹
محیط‌زیست و آلودگی ۲۵۰
محیط‌شناس ۲۰۴
مخ ۳۳۹، ۳۴۴، ۳۵۰
مخابرات ۱۴۷
مخابرات راه دور **۱۴۶-۱۴۷**
مخابرات همراه **۱۴۷**
مخازن سوخت ۹۷
مخاط ۳۴۶
مخترعین ۱۱۸
انگلیسی ۱۱۸
جبر ۱۴۱
دماسنج کوره ۵۵
روبات کیسمت ۱۵۶
مخچه ۳۳۹
مخروط ۲۶۲، ۲۶۴
مخروط سپری ۲۱۲
مخروط گنبدی ۲۱۲
مخروط مرکب ۲۱۲
مخروط‌دار ۲۶۲، ۲۶۴
مخروط‌داران ۲۴۶، ۳۵۵، ۲۶۴، ۲۶۸، ۲۶۹
مخروط‌های نر و ماده ۲۶۴
مخروطیان **نگاه کنیدبه** مخروط‌دار
مخلوط‌ها **۱۸**
جداسازی آن ۲۰
کانی ۱۹
کلوئیدی ۱۸
محلول‌ها ۱۹
مخلوقات منقرض شده ۳۳۲
مخمر ۲۸۲
مدار آنالوگ ۱۴۰
مدار الکترونی ۲۵
مدار الکتریکی ۱۳۰
مدار بیضی‌کشیده ۱۸۹
مدار پلوتو ۱۷۲، ۱۸۳
مدار رأس‌الجدی ۲۰۵، ۲۳۶
مدار رأس‌السرطان ۲۰۵، ۲۳۶
مدار زمین هم‌گرد ۱۸۹
مدار سری ۱۲۸
مدار سیارات ۱۷۳
مدار قطبی ۱۸۹
مدار قطبی زمین ۱۸۹
مدار ماهواره‌ی ثابت مکان ۱۸۹
مدار مجتمع ۱۴۲
مدار موازی ۱۲۸
مدار نپتون ۱۸۳
مدار نزدیک به زمین ۱۸۹
مَدارگرد ۱۹۱
مَدارگرد بالدار ۱۹۱
مدارها **۱۲۸**، ۱۸۹
مدارهای الکترونیکی ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۴۰، ۱۴۸
مدارهای دنباله‌دارها ۱۸۵
مدارهای دیجیتال الکترونیکی ۱۴۰
مدارهای زمین ۱۸۹
مدارهای صوتی ۱۴۹
مدارهای ماهواره‌ها ۱۸۹
مدارهای مریخ و مشتری ۱۸۴
مدارهای منطقی ۱۴۰، ۱۴۱
مدارهای منظومه‌ی شمسی ۱۷۲
مدفوع ۳۰۷، ۳۵۸
مدل قاب-سیمی (اتود) ۱۲۱
مدل سازی رایانه‌ای ۵۱
مدول بازگرداننده ۱۹۰
مدول زاریای روس‌ها ۱۹۵
مدول سایوز ۱۹۰
مدول ماه‌نشین ۱۹۰
مدول مرکزی میر ۱۹۴
مراسم جفت‌طلبی ۳۰۶
مراقبت از بدن ۳۵۷
مراقبت از دندان‌ها و لثه ۳۶۸
مراقبت والدین از نوزادن ۳۱۰
مرجان‌ها ۲۲۸، ۲۴۷، ۲۹۴، ۳۰۹، ۳۲۵
مرجان‌های قارچی ۲۹۴
مردمک چشم ۳۴۸
مردمک چشم‌های روبات ۱۵۶
مرز انکه ۱۸۰
مرز کاسینی ۱۸۰
مرزهای قلمروی جانوران ۳۲۴
مرغ شهدخوار ۲۶۶
مرفین ۲۷۹
مرکبات و اسیدها ۳۲
مرکز بیرونی زلزله ۲۱۰
مرکز تأمین خدمات اینترنتی (ISP) ۱۵۲
مرکز ثقل ۷۲
مرکز درونی(کانون)زلزله ۲۱۰
مرکز دَوَران ۶۴
مرکز شبکه‌ی منطقه‌ای ۱۵۰
مرکز فضایی کندی ۱۹۱
مرکز کنترل اعمال بدن ۳۴۴
مرکز کنترل پروازهای فضایی ناسا ۱۹۷
مرکز کنترل شبکه‌ی برق ۱۳۱
مرکز کنترل فضایی ۱۹۰
مرکز کنترل هیوستون تکزاس ۱۹۰
مرکز گرانش **نگاه کنیدبه** مرکز ثقل
مرکز هواشناسی ۲۳۹
مرمر ۲۱۹
مرمر و باران اسیدی ۳۲
مرورگر ۱۵۳
مری ۳۵۸، ۳۵۹
مریخ **۱۷۸**، ۱۹۸، ۱۹۹
مریخ نورد اسپریت ۱۹۹
مریستم ۲۵۷
مزارع غرقابی ۲۷۶
مزوزوئیک ۳۳۰
مزوسفر ۲۳۴، ۲۳۵
مژک ۳۴۶
مس ۲۴، ۲۷، ۳۴، ۳۵، ۵۹، ۱۲۷، ۱۳۰،
۱۳۴، ۱۳۸، ۱۴۲، ۱۴۶، ۲۱۶
مسکن ۲۷۹
مسواک‌زدن ۳۶۸
مسیر پرونده در وب ۱۵۳
مسیر رود ۲۳۲
مسیر عبور هوا در شش‌ها ۳۵۴
مسیرسازها ۱۵۲
مسیرهای حرکت ذرات ۲۴
مسیریابی از راه بینایی ۳۱۷
مشاوره‌های روانی ۳۷۳
مشاهده‌گرخورشیدسوهو(SOHO) ۱۹۶
مشاهده‌ی رنگ ۱۲۳
مشتری ۱۶۱، ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۷۹**، ۱۹۸
مشخص کردن مرزهای قلمروی جانور ۳۱۸
مشیمیه ۳۴۹
مصالح ساختمانی ۵۵، ۲۴۸، ۲۴۹
مصرف دارو ۳۷۰
مصرف سوخت ۱۸۸
مصرف کننده‌ی دوم ۳۲۷
مصرف کننده‌ی سوم ۳۲۷
مصری‌هاوصورت‌فلکی ۱۶۷
مطالعه‌ی وضع هوا ۲۳۹
معادله‌ی دریک ۲۰۱
معادن روباز ۲۴۹
معادن زیرزمینی ۲۴۹
معادن کم عمق ۲۴۹
معاینه‌های بدن ۳۷۳
معاینه‌های پزشکی منظم ۳۶۸، ۳۷۲
معاینه‌های پزشکی ۳۷۲
معاینه‌ی پزشکی فضایی ۱۹۳
معاینه‌ی دکل‌های نفتی ۱۵۴
معدن ۲۴۸
معدن طلا ۲۴۹
معدن‌کاوی ۲۴۸، ۲۴۹
معده ۳۵۸، ۳۵۹
معماری بتنی ۵۵
معماری شیشه‌ای ۵۴
مغز ۳۳۸، ۳۴۴، ۳۷۰، ۳۷۴
مغز استخوان ۳۴۰
مغز دندان ۳۵۸
مغز قرمز استخوان ۳۱۴
مغزی مداد ۴۴
مغناطیس ۱۰۸، **۱۳۲**، ۱۳۴، ۱۴۳
مغناطیس سپهر **نگاه کنیدبه** مگنتوسفر
مغناطیس‌سنج ۱۳۳، ۱۹۷
مغناطیس‌های الکتریکی ۱۳۰
مفاصل فنروار دست ۱۵۶
مفصل ۳۱۵، ۳۴۰، ۳۴۱
مفصل آرنج ۳۱۴، ۳۲۸
مفصلِ استخوان آرواره ۳۴۰
مفصل پلاستیکی ۵۹
مفصل ران ۳۴۰
مفصل زانو ۳۴۰
مفصل سینوویال ۳۱۴
مفصل شانه ۳۴۰
مفصل گوی و کاسه‌ای ۳۱۴
مفصل لگن پلاستیکی ۵۹
مفصل لولایی ۳۱۴
مفصل مچ ۳۲۸
مفصل‌های با تحرک زیاد ۳۱۴
مفصل‌های ثابت ۳۱۴
مفصل‌های متحرک ۳۱۴
مفصل‌های مصنوعی ۳۷۵
مقامات کلیسای کاتولیک و گالیله ۱۸۶
مقاومت ۱۲، ۱۳، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۸، ۱۳۹
مقاومت آب ۷۸
مقاومت برابر آب ۲۹۲
مقاومت متکی به نور (LDR) ۱۳۹
مقاومت و کار ۱۲۹
مقاومت هوا ۶۸، ۷۱، ۷۸، ۸۱، ۹۶
مقایسه‌ی حجم سیارات
اورانوس و زمین ۱۸۱
پلوتو و زمین ۱۸۳
زحل و زمین ۱۸۰
زهره و زمین ۱۷۵
ماه و زمین ۱۷۷
مریخ و زمین ۱۷۸
مشتری و زمین ۱۷۹
نپتون و زمین ۱۸۲
مقطع بال هواپیما ۹۶
مقعد ۲۹۵، ۳۵۸
مقیاس‌ها
pH ۳۲-۳۳
بوفورت ۲۴۰
دما ۸۰
ریشتر ۲۱۱
سختی ۱۳
مرکالی ۲۱۱
موهس ۲۱۶
مکان‌یاب یک‌شکل (URL) ۱۵۳
مکالمات تلفنی بین‌المللی ۱۸۹
مکانیسم تنظیم خودکار ۱۱۹
مکزیک ۲۳۲، ۳۲۳
مکزیکوسیتی ۹۹
مگابایت ۱۴۸
مگس ۲۶۷
مگس امپید ۳۰۹
مگس‌ها و جذب گل‌ها ۲۷۰
مگنتوسفر ۱۳۳، ۱۷۶، ۲۰۶، ۲۰۷
مگنتیت ۱۳۲
مگنومیتر **نگاه کنیدبه** مغناطیس‌سنج
ملاتونین ۳۵۶
ملاج ۳۶۶
ملاقات فضایی ۱۹۰
ملتحمه ۳۴۸
ملخ آئروفویلی ۹۷
ملخ جیرجیرکننده ۳۱۹
ملخ چوبی ۹۷
ملخ هواپیما ۹۷
ملکول‌ها **۲۸**، ۳۰، ۱۱۶
آب ۴۰
آب در حالت جامد ۴۱
آب در حالت مایع ۴۱
بنزن ۴۸
بوتان ۴۸
پروتئین ۴۶
پلیمر ۲۸
زنجیره ای ۵۲
ساده ۵۳

ملکول‌ها(بقیه)
گلوکز ۴۶
متان ۴۸
مرکب ۲۸
مونومر ۵۹
هوا ۷۴
ملکه ۳۲۴
ممان ۶۴
منابع آبی ۲۴۸
منابع انرژی **۸۶**
منابع انرژی تجدیدپذیر ۲۵۱
منابع تجدیدپذیر ۱۳۱
منابع زمین **۲۴۸**
منابع طبیعی زمین ۲۴۸
منابع کمیاب ۲۵۱
مناطق آب و هوایی ۲۳۶
مناطق آنتی سایکلون ۲۳۵
مناطق استوا ۲۴۶
مناطق استوایی ۲۳۶، ۲۳۸، ۲۴۴، ۲۴۷، ۲۸۷، ۳۲۵
مناطق بایر ۲۳۳
مناطق بیش از حد شور و گیاهان ۲۷۴
مناطق پرفشار ۲۳۵، ۲۴۰
مناطق زلزله‌خیز زمین ۲۱۰
مناطق ساحلی ۲۴۰، ۲۴۴
مناطق سکون استوایی ۲۴۰
مناطق قطبی ۲۲۶، ۲۳۴، ۲۳۶، ۲۴۶، ۳۰۳
مناطق کم‌فشار ۲۳۵، ۲۴۰
مناطق مدیترانه‌ای ۲۳۶
مناطق مرطوب گرمسیری ۲۶۹
مناطق معتدل ۲۶۹
مناطق نیمه‌استوایی ۲۳۶
منافذ غده‌های معده ۳۵۹
منبع نور ۱۱۰، ۱۱۱
منجنیق و انرژی ۷۶
منحنی‌های هم‌فشار ۲۳۹
مندلیف، دیمیتری ۲۶
منشأ عناصر ۲۲
منشور شیشه‌ای ۱۲۲
منطقه ۱۷۹
منطقه‌البروج ۱۸۶
منطقه‌های اقیانوسی ۲۲۸
منطقه‌ی استوا ۸۲، ۲۳۱
منطقه‌ی دید ۳۴۹
منطقه‌ی زیستی ۲۰۴
منطقه‌ی ساحلی ۲۲۸
منطقه‌ی سایه‌ی کامل (اومبرا) ۱۷۱
منطقه‌ی عمیق اقیانوس‌ها ۲۲۸
منطقه‌ی قطب جنوب ۸۰
منطقه‌ی مغاک اقیانوس‌ها ۲۲۸
منطقه‌ی نورگیر اقیانوس ۲۲۸
منطقه‌ی نیم‌سایه (پنومبرا) ۱۷۱
منطقه‌ی همرفت خورشید ۱۷۱
منطقه‌ی یخ‌زده‌ی زمین ۴۰
منظره‌ی کارست ۲۲۳
منظومه‌ی شمسی ۱۶۰، ۱۶۳، ۱۷۰-۱۸۵، **۱۷۲**
منفذ عرق ۳۵۱
منفذ غده‌ی پیاز مو ۳۶۷
منفذهای هیدروترمال ۲۳۰
منقار ۳۰۳، ۳۲۹، ۳۳۱
منقار مسطح و پهن ۳۳۱
منگنز ۲۷، ۱۵۵، ۳۷۱
مو ۳۳۸
موثری تریوم ۳۲۸
مواد آبرفتی ۲۱۸، ۲۲۲
مواد آتش‌فشانی ۲۳۰
مواد آتش‌فشانی و حاصلخیزی زمین ۲۱۳
مواد آرایشی ۲۷۹
مواد آلاینده وسوخت فسیلی ۸۷
موادّ آلی ۲۲۴، ۲۸۲
مواد اعتیادآور ۳۶۹
مواد بازیافتی ۶۰
مواد پتروشیمی ۵۱
مواد پلاستیکی مقاوم ۵۳
مواد تنظیم‌کننده‌ی رشد گیاهان ۲۷۳
مواد جدید **۵۸**
مواد جذب‌کننده‌ی نور ۳۴۹
مواد خوراکی‌واسیدی ۳۲
مواد دارویی ۲۷۹
مواد دفعی ۳۳۸
مواد رسوبی ۲۱۷، ۲۲۰
مواد زاید ۲۵۰
مواد زاید بدن ۳۳۸
مواد سمی ۶۰، ۲۸۷، ۳۷۱
مواد سمی خون ۳۶۰
موادّ سنگی ۲۲۵
مواد شیمیایی ۵۰، ۵۲، ۵۶، ۲۲۴، ۲۳۴، ۲۴۹، ۲۷۳، ۲۷۷
آلی ۴۹
زیان‌بار ۳۳
سمی ۲۵۰
ضدیخ در گیاهان ۲۶۹
فرساینده ۳۳
و گیاهان ۲۷۲
مواد غذایی ۳۲۷، ۳۵۶، ۳۵۸، ۳۶۹
پروتئینی ۳۶۹
غنی ۳۶۹
معدنی ۲۸۷
مواد فلزی ۱۲
مواد کامپوسیتی ۵۷
مواد کش‌سان ۱۲
مواد گیاهی ۳۶۹
مواد محافظ در مقابل گرما ۵۲
مواد مخدر ۳۶۹
مواد مذاب باردار ۱۳۳
مواد مصنوعی ۵۷
مواد معدنی۲۲۸،۲۴۹،۲۵۶، ۲۵۷،۲۵۹،۲۶۱،۳۶۹
مواد مغناطیسی ۱۳۲
مواد مقاوم ۱۳
مواد منفجره ۲۹، ۴۲، ۴۳
مواد هوشمند ۵۸، ۵۹
موارد اضطراری و ارتباطات ۱۴۷
موبایل **نگاه کنیدبه** تلفن همراه
موتور **۹۲**، ۱۳۶
موتور اتومبیل ۹۲
موتور الکتریکی ۹۳، ۱۳۴
موتور بنزینی ۹۳
موتور توربوجت ۹۲
موتور جت ۹۷
موتور جریان مستقیم ۱۳۶
موتور جست‌وجو ۱۵۳
موتور معمولی ۹۷
موتور مینیاتوری ۱۵۷
موتور هواپیما ۱۰۱
موتور هواپیمای جت ۹۲
موتورسیکلت ۹۲
موتورسیکلت و سرعت‌بُرداری ۷۱
موتورهای الکتریکی **۱۳۶**
موتورهای درون‌شهری ۹۳
موتورهای دیزلی ۹۳
موتورهای گازوئیلی ۹۳
موتورهای میکروسکوپی ۱۵۷
موج P ۹۹
موج ۹۸
موج اصلی ۱۰۴
موج اولیه‌ی زلزله ۹۹
موج اِی اِم ۱۴۳
موج تراکمی ۹۸
موج تلفیق‌یافته‌ی رادیویی ۱۴۳
موج توفانی ۲۴۱
موج ثانویه‌ی زلزله ۹۹
موج خمشی ۹۸
موج رادیویی ۱۴۳
موج صدا ۱۴۰
موج طولی ۹۸
موج کوتاه ۱۴۳
موج‌ساز ۱۰۰
موجودات افسانه‌ای و صورت‌فلکی ۱۶۷
موجودات تک‌سلولی ۲۸۴، **۲۸۵**
موجودات دریایی ۱۱۱، ۲۲۸
موجودات دریاییو سنگ آهک ۳۳
موج‌ها و فرسایش ۲۲۲
موچین و اهرم ۸۸
مورچه‌ها ۳۱۷
مورچه‌ی برگ‌خوار ۷۸
مورچه‌ی ظرف عسل ۳۱۳
مورولا ۳۶۳
موریانه‌ها ۳۲۴
موریلو ۳۱۹
موزه‌ی گاگنهایم و بتن ۵۵
موسسه‌ی توسعه‌ی هوانوردی و فضایی ژاپن (NASDA) ۱۹۵
مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست (MIT) ۱۵۶
موسل‌ها ۲۹۹
موسیقی ۱۰۴
موسیقی راک و صدا ۱۰۲
موسیقی و صدا ۱۰۲
موسیقیدان ۱۰۴
موش خرمن ۲۹۰
موش فیل ۳۳۰
موش و صدا ۱۰۳
موشک‌ها **۱۸۸**
موشک بوستر ۱۸۸
موشک تقویت‌کننده ۱۹۱
موشک چندمرحله‌ای ۱۸۸
موشک روسی سایوز ۱۸۸
موشک ساترن ۱۸۸
موشک سایوز ۱۸۸
موشک ماه‌نشین ۱۸۸
موشک‌های بدون سرنشین ۱۹۴
موشک‌های جلوبرنده ۱۹۰
موشک‌های ماه‌نشین ساترن ۵ (پنج) ۱۹۱
موش‌واره **نگاه کنیدبه** ماوس
موش‌های زمستان خواب ۳۲۳
موکوس ۳۵۹
مولد جریان متناوب ۱۳۷
مولکول DNA ۳۶۴، ۳۶۵
مولکول ۳۷۳
مولکول اسید چرب ۳۷۰
مولکول پروتئین ۳۷۰
مولکول کلسترول ۳۷۰
مولکول‌های بو ۳۴۶
مولیبدنوم ۳۵
مونتسرا ۲۱۳
مونرا ۲۵۴، ۲۸۴
مونو اکسیدکربن ۲۵۰
مونومر ۴۷، ۵۳
موها ۳۵۱
موهای سبیل و حواس ۳۱۶
موهای صورت ۳۶۷
موهو ۲۰۶
موهورووریچیچ، آندریا ۲۰۶
مویرگ‌ها ۳۵۳، ۳۵۴
مه ۱۵، ۴۲، ۲۴۳
مهاجرت ۳۲۲
مهاجرت گوزن شمالی ۳۲۲
مهتاب ۱۱۱
مه‌دود ۲۵۰
مهره ۳۱۵
مهره‌داران ۲۹۱، ۳۱۵
مهره‌داران خشکی ۳۲۸
مهره‌های پشت ۳۴۰
مهره‌های سینه ۳۴۰
مهره‌های کمر ۳۴۰
مهره‌های‌گردن ۳۴۰
مهره‌ی غضروفی ۳۱۵
مه‌گرمایی ۱۱۴
مهندس آمریکایی ۱۴۲،۱۵۱
مهندسی برق ۱۳۰، ۱۵۶
میانبرگ اسفنجی ۲۵۶
میانگین دما ۲۳۶
میتوکندری ۲۹۳، ۳۳۹
میدان متحرک مغناطیسی ۱۳۴
میدان مغناطیسی ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۷، ۱۴۴، ۱۷۶، ۲۰۷، ۳۷۴
میدان مغناطیسی زمین ۱۳۳، ۱۷۶، ۱۹۷، ۲۰۷
میدان مغناطیسی سه‌بعدی ۱۳۳
میدان مغناطیسی معکوس ۱۳۷
میر ۱۹۴
میراندا ۱۸۱
میرکات‌ها ۳۲۴
میز صدابرداری ۱۰۸
میزان بارندگی ۲۳۶
میزبان گیاهان ۲۷۰
میزبان مالاریا ۲۸۵
میزراه ۳۶۱
میسا ۱۶۷
میسلیوم ۲۸۲
میکروالکترونیک **۱۴۲**
میکروسکوپ **۱۱۶**
میکروموج **نگاه کنیدبه** مایکروویو
میکا ۱۹، ۲۱۸
میکاشیست ۲۱۶
میکروالکترونیک ۱۴۵
میکروب‌ها ۳۵۱، ۳۵۷، ۳۶۸، ۳۷۱
میکرودیوریت ۲۱۹
میکروسکوپ ۳۷۵
میکروسکوپ آپتیکال **نگاه کنیدبه** میکروسکوپ نوری
میکروسکوپ الکترونی ۱۱۶
میکروسکوپ الکترونی فراگذز (TEM) ۲۸۵
میکروسکوپ نوری ۱۱۶، ۲۸۵
میکروسکوپ و بازتاب ۱۱۳
میکروفون ۱۰۸
میکروفیبریل ۳۴۲
میگماتیت ۲۱۹
میگوها ۲۹۶
میگوها و زیست‌تابی ۱۱۱
میگوی معمولی ۲۹۶
میگوی مفصل‌دار آبی‌رنگ ۲۹۶
میل بادامک ۹۲
میل فرمان ۸۹
میل گاردان ۸۹
میله ۲۶۵
میلی‌بار ۲۳۵
میمون کاپوچین ۳۲۵
میناها ۲۶۵، ۳۵۸
میناکا ۱۶۷

میوتوم ۳۰۰
میوفیلامنت ۳۴۲
میوه‌ها ۲۶۲، ۲۶۳، ۳۶۹
  آبدار ۲۶۳
  پرواز کننده ۲۶۲
  خشک ۲۶۳
  سرباز ۲۶۳
  شب‌رنگی ۲۶۳
  شفت ۲۶۳
  کاذب ۲۶۳

ن

نئون ۳۷، ۲۳۴
نابودی گونه‌های گیاهی و جانوری ۲۴۶
نابینایان ۳۵۰
ناپیوستگی موهورووریچیچ ۲۰۶
ناتیلوس‌ها ۲۹۱
ناحیه‌ی پس‌سری مخ ۳۴۹
ناخن‌ها ۳۳۸، ۳۵۱
ناراحتی قلبی ۳۶۹، ۳۷۰
نارسانای پلاستیک ۱۳۰
نارسانای ولتاژ بالا ۱۳۰
نارسایی‌های شبکیه ۳۷۵
نارسایی‌های قرنیه‌ی چشم ۳۷۵
نازک‌بالان ۲۹۷
نازک‌نی ۳۴۰
ناسا ۵۸، ۱۹۷
ناشنوایان ۳۷۵
ناف ۳۶۳
ناقل‌های ژن ۲۷۸
نام پروتوکل ۱۵۳
نام دامنه‌ی شبکه ۱۵۳
نام علمی لینه‌ای ۲۵۴
نام‌گذاری گیاهان و جانوران ۲۵۴
نامیبیا ۲۱۹
نانو پزشکی **نگاه کنیدبه** پزشکی نانو
نانو روبات ۳۷۶
نانوفناوری **نگاه کنیدبه** فناوری نانو
نانوتکنولوژی **نگاه کنیدبه** فناوری نانو
ناوپایان ۲۹۹
ناودیس ۲۱۵
نای ۳۵۴، ۳۵۵
نایژک‌ها ۳۵۴
نایژک‌های انتهایی ۳۵۵
نایژه ۳۵۴
نایلون ۵۳، ۵۴، ۵۶
نبولا **نگاه کنیدبه** سحابی‌ها
نپتون ۱۷۲، ۱۷۳، **۱۸۲**، ۱۸۴، ۱۹۸
نت ۱۰۴
نت پیچیده (مرکب) ۱۰۴
نت خالص ۱۰۴
نت‌های موسیقیایی ۱۰۴
نجوم **نگاه کنیدبه** اخترشناسی
نخاع ۳۳۸، ۳۴۰، ۳۴۵، ۳۵۰، ۳۶۱
نخ دندان ۳۶۸
نخستین فضانوردان ۱۹۰
نخستین ماه‌نوردان ۱۹۰
نخستین موشک ۱۸۸
نخود ۲۸۴
نخودفرنگی ۲۶۳، ۲۷۳
نخ‌های نایلون ۵۶
نخینه ۲۸۲
نرادها ۲۶۴
نرم‌افزار ۱۴۸، ۱۴۹
نرم‌افزارهای پیشرفته‌ی رایانه‌ای ۱۵۶
نرم‌تن مرکب ۲۹۹
نرم‌تنان **۲۹۹**، ۳۲۶
نرم‌کره **نگاه کنیدبه** استنوسفر
نروژ ۲۳۷، ۲۴۶
نزدیک‌بینی ۱۱۵
نسبیت **۷۳**
نسیم روز ۲۴۰
نسیم ساحلی ۲۴۰
نسیم شب ۲۴۰
نسیم‌های دریا و خشکی ۲۴۰
نسیم‌های دریایی ۸۲
نشانه‌گذاری برای جفت‌یابی ۳۰۷
نشانه‌گذاری قلمرو ۳۱۷
نشانه‌گذاری محدوده‌ی قلمرو ۳۱۹
نشانه‌گذاری مرزهای قلمرو ۳۲۴
نشت مواد نفتی از نفت‌کش‌ها ۲۵۰
نشیمنگاه ۳۴۰
نطفه‌ی رادیواکتیو خورشید ۱۷۱
نظریه‌ی پوسته‌ی الکترونی ۲۴
نظریه‌ی تکامل از طریق انتخاب طبیعی ۳۲۹
نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها ۲۰۹
نظریه‌ی خورشید مرکزی کوپرنیک ۱۸۶
نظریه‌ی زمین مرکزی بطلمیوس ۱۸۶
نظریه‌ی زمین ساخت ورقی ۲۰۸
نظریه‌ی کامل گرانش ۶۶
نظریه‌ی گایا ۲۰۴
نظریه‌ی نسبیت اینشتین ۷۳
نفت ۸۶، ۲۴۹، ۲۵۱
نفت خام ۱۴، ۴۴، ۵۱، ۸۶، ۱۳۱، ۲۸۰
نفت خانگی ۸۶
نفتا ۵۱
نفرون ۳۶۱
نفس‌نفس زدن و گرما ۸۲
نفوذپذیری مغناطیسی ۱۳۲
نقاب کلاه ایمنی ۱۱
نقاب کلاه فضانورد ۲۷
نقاش فرانسوی ۱۱۸
نقاط کم‌فشار ۲۳۸
نقاط مغناطیسی ۱۴۸
نقرس ۲۷۹
نقره ۲۷، ۳۷، ۵۹، ۱۱۸، ۱۱۹
نقره ماهی ۲۹۷
نقش ژن‌ها در بیماری‌ها ۳۷۶
نقش‌پذیری ۳۱۰
نقشه ۱۴۷
نقشه‌برداری از بستر اقیانوس ۲۲۳۰
نقشه‌برداری از سطح زهره ۱۷۵
نقشه‌برداری از سطح مریخ ۱۹۹
نقشه‌ی رایانه‌ای ۲۳۰
نقشه‌ی زمین‌شناسی ۲۲۰
نقشه‌ی ژنی ۳۶۵
نقشه‌ی کامپیوتری **نگاه کنیدبه** نقشه‌ی رایانه‌ای
نقشه‌ی کروموزومی ۳۶۵
نقشه‌ی گرمایی ۱۷۴
نقشه‌ی هواشناسی ۲۳۵، ۲۳۹
نقطه‌ی ذوب ۱۷
نقطه‌های چشمی ۲۹۵
نقطه‌های رنگ ۱۲۳
نقطه‌ی انجماد ۸۰
نقطه‌ی جوش آب ۴۱، ۸۰
نقطه‌ی ذوب ۱۶
  پلی پروپیلن ۵۳
  تنگستن ۳۵
  جیوه ۳۴
  طلا ۳۴
نقطه‌ی کور ۳۴۹
نکشیدن سیگار ۳۷۲
نگاتیو ۱۱۸
نگاتیو رنگی ۱۱۹
نگاتیو سیاه و سفید ۱۱۹
نگرانی‌ها ۳۷۳
نگه‌دارنده‌ی آهنی ۱۳۲
نگه‌داری غذاها ۲۸۴
نماتود دریایی ۲۹۵
نماتودها ۲۹۵
نماد (لوگو) ۱۵۳
نماد عناصرشیمیایی ۲۶
نمادهای اجزای مدارهای الکتریکی ۱۳۸
نمایش الکتریکی ۱۲۷
نمایش جفت‌طلبی ۳۰۷
نمایش نور لیزر ۱۱۲
نمایشگر ۱۴۸
نمایشگر آندوسکوپ ۳۷۵
نمایشگر دیجیتال ۷۳
نمایشگر رنگی کریستال مایع (LCD) ۱۴۵
نمایشگر کریستال مایع (LCD) ۱۴۴
نمایشگر کریستال مایع تصویری ۱۴۷
نمایش‌های نوری ۱۱۲
نمک ۵۰
نمک طعام (کلرید سدیم) ۳۷
نمک‌زارها ۲۷۵
نمک‌زارها و گیاهان ۲۷۴
نمو ۳۶۶
نمودار مدار حاوی مقاومت ۱۲۹
نمودار مدار سری ۱۲۸
نمودار مدار موازی ۱۲۸
نمونه‌برداری ۱۰۹
نمونه‌سازی ۱۴۰
نواختن موسیقی و صدا ۱۰۴
نوار صوتی ۱۰۸
نوار کاست ۱۰۸
نوار کش‌سان ۷۶
نوترون‌ها ۲۴، ۸۵، ۱۶۲
نوترینوها ۱۷۱
نور ۶۶، ۸۶، **۱۱۰**، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۱۶،
۱۲۲، ۱۲۸، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۴، ۱۴۶،
۲۵۴، ۲۷۲، ۲۸۷
نور آفتاب ۱۲۲
نور پلاریزه (قطبی شده) ۲۱۶
نور خورشید ۷۶، ۹۳، ۱۱۱، ۱۱۳، ۱۳۱،
۲۵۸، ۲۸۲، ۲۸۶، ۳۱۲
نور رنگی ۱۲۲
نور سفید ۱۲۲
نور شدید ۲۵۰
نور فرابنفش ۱۴۲، ۱۷۰
نور فروسرخ ۱۳۹
نور مرئی ۱۹۷، ۲۰۴
نور معمولی خورشید ۱۹۶
نور موج ۱۱۰
نور ونیروی گرانشی ۱۶۹
نورپردازی ۱۲۱
نورد فولاد ۶۰
نورون‌ها ۳۳۹، ۳۴۴
نورهای مشتری ۱۷۹
نوزاد دختر ۳۶۲
نوزاد سنجاقک ۲۹۷
نوزاد قورباغه ۳۰۵
نوزاد کرمی‌شکل ۳۰۵، ۳۱۰
نوازد کرمی شکل حشره ۲۵۴
نوزاد و امواج فراصوت ۱۰۳
نوشابه‌های گازدار ۱۹
نوک انگشتان ۳۵۰
نوکتیلوکاسینتیلانز ۲۸۷
نونادو ۹۳
نویس، رابرت ۱۴۲
نهاندانگان ۲۶۲
نهنگ ۱۰۱
نهنگ و شنوایی ۱۰۳
نی ۱۰۴
نیپس، ژوزف ۱۱۸
نیترات‌ها ۴۲، ۴۳، ۲۷۱، ۲۷۷، ۲۸۴،
نیتروژن **۴۲**، ۴۳، ۱۳۹، ۱۷۶، ۱۸۲، ۱۹۸،
۲۰۴، ۲۳۴، ۲۷۱، ۲۸۴
نیتروژن مایع ۴۲
نیتریت‌ها ۴۳
نیرو **۶۴-۶۵**، ۷۶، ۷۸، ۷۹، ۹۹، ۹۰، ۹۶
نیرو و حرکت ۷۱
نیروگاه بادی ۸۷، ۱۳۷
نیروگاه برق ۸۶
نیروگاه خورشیدی ۱۳۱
نیروگاه زمین‌گرمایی ۸۷
نیروگاه هسته‌ای ۸۵، ۸۶
نیروگاه‌ها ۱۳۱، ۲۵۰
نیروگاه‌ها و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹
نیروهای بازدارنده ۶۶
نیروهای بین‌ملکولی ۷۶
نیروهای کیهانی ۱۶۱
نیروی اتم ۲۵
نیروی الکتریکی ۱۳۹
نیروی الکترومغناطیس ۲۵
نیروی الکتریسیته ۱۳۶
نیروی برآیی ۹۶، ۹۷
نیروی برهم ۶۴، ۶۵
نیروی پسا ۹۶
نیروی پسای آب و لباس ۵۶
نیروی جاذبه **نگاه کنیدبه** نیروی گرانش
نیروی جفت-چرخ ۹۱
نیروی دورانی ۶۴، ۶۵
نیروی رانش ۹۵، ۹۷
نیروی رو به مرکز ۷۱
نیروی سقوط ۷۲
نیروی شناوری ۹۵
نیروی فشار ۷۴
نیروی کشش ۹۴
نیروی گرانش ۶۴، ۶۹، ۷۰، ۷۳، ۷۸، ۹۶،
۹۷، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۸، ۱۸۴،
۱۸۹، ۲۰۶، ۲۲۶، ۲۲۹
نیروی گرانش برف ۷۶
نیروی گرانش بین اجسام ۷۲
نیروی گرانش بین کیهانی ۷۲
نیروی گرانش کهکشان‌ها ۱۶۵
نیروی گرانش ماه ۱۷۷
نیروی ماهیچه ۷۸
نیروی متعادل‌کننده ۶۵
نیروی محرکه‌ی جت ۳۱۴
نیروی مرکب **نگاه کنیدبه** نیروی برهم
نیروی معکوس ۱۸۸
نیروی مکانیکی ۹۲، ۱۳۶
نیروی مکش ۲۵۹
نیروی همگیری ملکولی ۱۴
نیروی هیدرولیک ۷۵
نیش ۲۹۸
نیش سمی ۲۹۸، ۳۰۲، ۳۱۳، ۳۲۱
نیش عقرب ۲۹۸
نیکل ۱۷۶، ۲۰۶
نیلوفر آبی آبزی زرد ۲۷۴
نیم بالان ۲۹۷
نیم‌سایه ۱۱۱
نیمف ۲۹۷
نیمکره‌های مخ ۳۴۴
نیمکره‌ی جنوبی ۱۶۷، ۲۰۵، ۲۳۷
نیمکره‌ی شمالی ۱۶۷، ۲۰۵، ۲۳۷
نیمکره‌ی شمالی زهره ۱۷۵
نیمه‌رسانا ۳۶
نیوتون ۶۴
نیوتون متر ۶۴، ۹۰
نیوتون، ایزاک ۶۴، ۶۶
نیوزیلند ۳۰۳
نیومتر ۶۴

و

واپاشی آلفایی **نگاه کنیدبه** زوال آلفا
واپاشی بتایی **نگاه کنیدبه** زوال بتا
واحداندازه‌گیری
دسیبل (dB) ۱۰۲
دما ۸۰
ژول ۷۸، ۷۹
سرعت متر بر ثانیه (mps) ۷۰
کیلوگرم ۷۲
میلی‌بار ۲۳۵
نیوتن ۷۹
هرتس ۹۸
واحدهای تصفیه کننده‌ی خون ۳۶۱
واحه‌های مصری ۲۳۳
وارونه شدن نقش جانوران ۳۰۸
واکسیناسیون ۳۶۸، ۳۷۲
واکنش ایمنی ۳۵۷
واکنش فراساختی **نگاه کنیدبه** واکنش آنابولیک
واکنش فروساختی **نگاه کنیدبه** واکنش کاتابولیک
واکنش‌های شیمیایی **۳۰**
واکسیناسیون سفر ۳۷۲
واکنش به نور در گیاهان ۲۷۲
واکنش زنجیره‌ای ۸۵
واکنش شبکیه به نور ۳۴۹
واکنش شیمیایی معکوس ۳۱
واکنش‌های آنابولیک ۴۶، ۴۷
واکنش‌های دوطرفه ۳۱
واکنش‌های شیمیایی ۲۹، ۳۱، ۴۸، ۵۰، ۵۱، ۷۷، ۱۱۹، ۲۲۳، ۳۶۵
واکنش‌های کاتابولیک ۴۶، ۴۷
واکنش‌های هسته‌ای ۸۶، ۱۶۶، ۱۶۸
واکنش‌های هسته‌ای هم‌جوشی ۱۶۸
واکنش‌های همجوشی هسته‌ای ۱۱۱
واکوئل ۲۵۶
وال آبی ۲۹۱
والس مارینوس ۱۷۸
وال‌ها ۳۱۲
وال‌های بالین ۲۹۶
وایلد۲ (دو) ۵۸
وب جهانی ۱۵۲، ۱۵۳
وب سایت ۱۵۲
وبا ۳۷۱
وجوود، جوسیا ۵۵
ودستون ۱۳۲
وراثت ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۷۰
ورزش ۳۶۸، ۳۷۲
ورزش طناب‌کشی ۶۴
ورزش منظم ۳۷۰
ورزش نکردن ۳۷۰
ورزش کردن ۴۷
ورزش‌های آئروبیک (هوازی) ۳۶۸
ورزش‌های سبک ۳۶۸
ورزش‌های موثر در تناسب اندام ۳۶۸
ورق فولاد ۶۰
ورقه‌های پوسته‌ی زمین ۲۱۲
ورقه‌های زمین ۲۰۸
ورقه‌های زمین‌ساختی ۲۰۸، ۲۱۰، ۲۳۰
ورقه‌های سازنده‌ی پوسته ۲۱۴
ورقه‌ی آسیا ۲۱۴
ورقه‌ی آفریقا ۲۰۸
ورقه‌ی اقیانوس آرام ۲۱۰
ورقه‌ی عربستان ۲۰۸
ورقه‌ی فلز پیوتر ۱۱۸
ورقه‌ی قاره‌ای منطقه‌ای ۲۱۴
ورقه‌ی هندوستان ۲۱۴
وزش باد ۲۲۵، ۲۴۰
وزش بادهای تند ۲۴۲
وزغ حفار ۳۲۳
وزغ‌ها ۳۰۷
وزن ۶۷
وزن اضافی ۳۷۰
وسایل نقلیه جاده‌ای **۹۳**
وسایل نقلیه وآیینه ۱۱۳
وضع هوا ۲۰۵، ۲۳۵، **۲۳۸**
وضعیت آب و هوا ۲۳۶
وضعیت هوا ۱۵۱
وضعیت هوای‌زمین و بادهای‌خورشیدی ۱۷۱
وضوح تصویر ۱۱۹
وگنر، آلفرد ۲۰۹
ولتا، اله ساندرو ۱۲۹
ولتاژ ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۴۰
ولتاژ الکتریکی ۱۳۷
ولتاژ بسیار بالا ۱۳۰
ولف، دیوید ۱۹۳
ون‌آلن، جیمز ۱۷۶
وویجر ۱۹۸
وویجر۲ (دو) ۱۹۸
ویتامینK ۳۵۹
ویتامین‌ها ۳۶۹
ویدیو ۱۴۵
ویروس نقص ایمنی بدن انسان (HIV) ۳۷۱
ویروس‌ها ۱۱۶، ۳۷۱
ویژگی کانی‌ها ۲۱۶
ویژگی‌های مردانه ۳۶۴
ویسکوسیته **نگاه کنیدبه** غلظت
ویلون ۱۰۴
وینیل ۱۰۸

هـ

هابل، ادوین ۱۶۴
هارمونیک ۱۰۴، ۱۰۵
هاگدان‌ها ۲۶۰، ۲۶۱
هاگ‌ها ۲۵۵، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۸۳، ۲۸۵، ۲۸۷
هاگ‌های سرخس ۲۶۱
هالدن، جان اسکات ۳۵۴
هالوژن‌ها ۳۶، ۳۷
هالی، ادموند ۱۸۵
هامبولت، الکساندر فون ۸۲
هانی کریپرها ۳۲۹
هاوایی ۱۸۷، ۲۱۳، ۳۲۹
هایگنس ۱۹۸
هترودونتوساروس ۳۳۲
هد خواندن- نوشتن ۱۴۸
هدایت ۸۲، ۸۳
هدایت الکتریسیته ۳۶
هدفون (گوشی) ۱۴۳
هرتس ۹۸
هرتس، هاینریش ۹۸
هرشل، ویلیام ۱۸۱
هرم غذایی ۳۲۷، ۳۶۹
هرمافرودیت **نگاه کنیدبه** دوجنسی
هروئین ۲۷۹
هرینگ ۲۲۸
هسته (اتم) ۲۴
هسته (زمین) ۲۰۶
هسته (سلول) ۲۸۵، ۳۳۹
هسته‌های اتم‌ها ۱۶۲
هسته‌های قطبی ۲۶۶
هسته‌ی حاوی DNA ۲۹۳
هسته‌ی ستاره ۲۳
هسته‌ی سلول ۲۵۶، ۳۴۴، ۳۶۴
هشت‌پاها ۲۹۹
هشت‌پای حلقه آبی ۲۹۹
هگا ۱۶۷
هگزاکتی نلیدا ۲۹۴
هگزاگونال ۲۱۶
هلاس ۱۹۹
هلال باریک ۱۷۷
هلال رنگین‌کمان ۲۴۴
هلی‌کوپتر ۹۷
هلیوم ۳۷، ۸۵، ۱۶۶، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۹۷، ۲۳۴
هلیوم مایع ۱۸۰
همانندسازی کروموزوم ۳۶۴
همجوشی هسته‌ای ۸۵، ۱۶۶
همدان ۲۳۲
همرفت ۸۲، ۸۷
همزیستی ۲۸۲، ۲۸۳
همزیستی گلسنگ و قارچ ۲۸۳
همکاری‌های بین‌المللی‌فضایی ۱۹۰
هموفیلی ۳۷۰
هموگلوبین‌ها ۳۵۳، ۳۵۴
همه‌چیزخوار ۳۰۴، ۳۱۳
همیاری ۳۲۵
هندوستان ۲۸۱
هنری، جوزف ۱۳۵
هوا ۱۲۶، ۱۳۰، ۲۴۲، ۲۴۳، ۳۵۵
هواپیماها ۹۶، **۹۷**، ۱۰۱
اسقاطی ۶۱
جت ۷۴، ۹۲
مجازی ۱۵۱
مسافربری ۹۷
و پرواز ۹۶
و ترکیب کربنی ۴۸
و محیط زیست ۲۵۰
و موتور ۹۲
هوازدگی ۲۱۸، ۲۲۲، ۲۲۴
هوازدگی شیمیایی ۲۲۲، ۲۲۳
هوازدگی فیزیکی ۲۲۲
هواشناسان ۲۰۹، ۲۳۹
هواشناسی ۲۰۵، ۲۳۸، ۲۳۹
هواشناسی و ماهواره‌ها ۱۸۹
هواکره **نگاه کنیدبه** اتسمفر
هوای اشباع شده ۲۴۳
هوای بازدم ۳۵۵
هوای سرد ۲۳۸
هوای قابل احتراق ۳۸
هوای گرم ۲۳۸
هوای گرم و انبساط ۱۲
هورست ۲۱۵
هورمون محرکه‌ی تیروئید (TSH) ۳۵۶
هورمون‌سازی ۳۵۶
هورمون‌ها ۳۳۸، ۳۴۴، ۳۵۶
هورمون‌های جنسی ۳۶۲، ۳۶۷
هورنی، ژان ۱۴۲
هوریکن ۲۴۱
هوریکن چرخنده ۱۵۱
هوش‌مصنوعی **۱۵۶**
هوشمندی روبات‌ها ۱۵۴
هولوتوروئیده ۲۹۹
هولوگرام ۱۱۲
هوموستازی **نگاه کنیدبه** حفظ حالت پایدار بدن
هومی‌نیدهای راست‌قامت ۳۳۰
هویت‌مخفی ۱۴۲
هیپ سیلوفودون ۳۳۱
هیپوتالاموس ۳۴۴
هیپوفیز ۳۴۴، ۳۵۶
هیجان ۳۱۸
هیدر ۳۰۹
هیدرات‌های کربن **نگاه کنیدبه** هیدروکربن‌ها
هیدروترمال ۲۱۳
هیدروزا (رده) ۲۹۴
هیدروژن ۲۳، ۲۸، ۳۲، **۳۸**، ۴۸، ۵۲، ۷۷، ۸۵، ۹۳، ۱۶۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۲، ۲۳۴، ۲۵۸
هیدروژن داغ ۱۷۹
هیدروژن در ستاره‌ها ۳۸
هیدروژن فلزی ۱۷۹
هیدروژن فلزی مایع ۱۸۰
هیدروژن مایع ۳۸، ۱۷۹
هیدروژنه کردن ۳۸
هیدروسفر ۲۰۴
هیدروفویل ۹۵
هیدروکربن شکر ۴۶
هیدروکربن‌ها ۴۶، ۴۸، ۵۱، ۷۷، ۳۶۹
هیدروکربن‌های ساده ۴۸
هیدروکربن‌های سنگین ۵۱
هیدروکسی آپاتیت ۵۷
هیدروکسید سدیم ۵۰
هیدرولیک ۷۵
هیدورژن ۱۶۶
هیره ۲۹۱، ۲۹۸
هیمالیا ۲۱۴
هیوستون تکزاس ۱۹۰

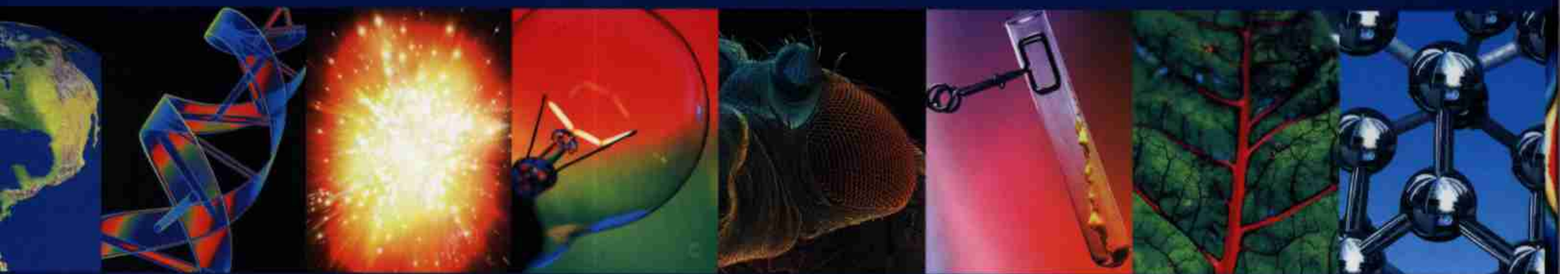
ی

یاس زرد ۲۷۲
یافتن جفت ۳۱۶
یافتن غذا ۳۱۶
یاقوت سرخ ۲۱۷
یاقوت کبود ۲۱۷
یخ ۸۰، ۱۸۵، **۲۲۶**، ۲۲۷، ۲۴۵
یخ در مریخ ۱۹۹
یخ شناور ۴۱
یخ شور ۲۲۶
یخبندان ۲۲۲
یخبندان شدید و گیاهان ۲۷۴
یخچال کوهستانی ۲۱۴
یخچال و الکتریسیته ۱۲۸
یخچال و کلروفلوئوروکربن‌ها ۲۳۴
یخچال‌ها ۲۰۵، ۲۲۲، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۳۲
یخ‌زدگی برگ‌ها ۲۶۹
یخ‌زدگی گیاهان ۲۶۹
یخ‌های قطبی ۲۲۶، ۲۵۰
یوزپلنگ ۲۴۷
یون هیدروژن ۳۲
یون هیدروکسید ۳۳
یونان قدیم ۱۶۷
یونانی‌ها و صورت فلکی ۱۶۷
یونوسفر ۲۳۴
یون‌های هیدروکسید ۵۰



از کتاب به اینترنت و از اینترنت به کتاب

در اینترنت اطّلاعات و تصاویر بسیار زیاد و فوق‌العاده ارزشمندی وجود دارد؛ البته به شرط آن که بدانیم کجا به دنبال آن‌ها بگردیم. **دایرة‌المعارف اینترنتی علوم**، بُعد جدیدی به یک دایرة‌المعارف پر محتوای علمی افزوده است؛ زیرا محتوای آن‌را با یک سایت اینترنتی اختصاصی همراه کرده است. این سایت را ـ گوگل بزرگ‌ترین و مشهورترین موتور جستجوی دنیای وب ـ راه‌اندازی و پشتیبانی کرده است. مراجعه کنندگان این دایرة المعارف با بهره‌گیری از این همکاری به دنیای بیکران علوم دسترسی خواهند داشت.



- **وب سایت اختصاصی فعال و به روز؛**
- **لینک های انتخابی که به طور مرتب از نظر سلامت ، صحت و تناسب محتوا با سن مخاطبان و مطالب دایرة المعارف کنترل می شوند؛**
- **خبر های تازه، مدل های سه بعدی، پروژه های کارگاهی؛**
- **صد ها تصویر با کیفیت قابل پیاده سازی؛**
- **هر چیزی که برای پروژه های تحصیلی و فعالیت های خارج از مدرسه نیاز دارید.**







کتاب های مهتاب
واحد کودک ونوجوان محراب قلم